

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství

Využití soft PLC ve vývoji a oživení software pro průmyslové aplikace

Diplomová práce

Student:

Bc. Jiří Strejc

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Ivo Špička, Ph.D.

Ostrava

2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
Katedra automatizace a počítačové techniky v metalurgii

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Jiří Strejc

Studijní program:

N3922 Ekonomika a řízení průmyslových systémů

Studijní obor:

3902T042 Automatizace a počítačová technika v průmyslových technologiích

Téma:

Využití softPLC ve vývoji a oživení software pro průmyslové aplikace
SoftPLC in the development and implementation software for industrial applications

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Principy funkce softPLC
2. Současné možnosti využití softPLC
3. Návrh využití softPLC pro průmyslové aplikace
4. Zhodnocení výsledků

Seznam doporučené odborné literatury:

1. STENERSON, Jon. Fundamentals of programmable logic controllers, sensors, and communications. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, c1999. ISBN 0-13-746124-0.
2. KATALINIČ, Branko (ed.). Annals of DAAAM for 2011 & proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Power of Knowledge and Creativity", 23-26th November 2011, Vienna, Austria. Vienna: DAAAM International, 2011. ISBN 978-3-901509-83-4.
3. KAMEL, K. a Eman KAMEL. Programmable logic controllers: industrial control. New York: McGraw-Hill Education, c2014. ISBN 978-0-07-181045-6.
4. WHEELER, Donald J. Advanced topics in statistical process control: the power of Shewhart's charts. 2nd ed. Knoxville: SPC Press, c2004. ISBN 0-945320-63-9.
5. Digital control: fundamentals, theory and practice. 1991. ISBN 0-07-021600-2.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ivo Špička, Ph.D.**

Konzultant diplomové práce:

Datum zadání: 30.11.2016

Datum odevzdání: 21.04.2017

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Ivo Špičkovi, Ph.D. Děkuji také Tomáši Babulákovi za cenné rady, kterými mne nasměroval ke zdárnému dokončení této práce. Dále děkuji celé své rodině, která nikdy nepřestala věřit v úspěch mé zdánlivě nekonečné cesty za vzděláním.

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a dohledem oponenta bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 10. 5. 2017

.....

Jiří Strejc

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 10. května 2017

.....

Podpis

Jiří STREJC

Liliová 191

290 01 Poděbrady

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

STREJC, J. *Využití soft PLC ve vývoji a oživení software pro průmyslové aplikace.*

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Studijní program Automatizace a počítačová technika v průmyslových technologiích, 2017, 59 s. Vedoucí práce: Špička, I.

Tato diplomová práce se zabývá představením systému Soft PLC a principy jeho funkce. Popisuje současné možnosti využití těchto softwarových programovatelných počítačů. Představuje několik konkrétních variant těchto systémů, které dále popisuje a mezi sebou porovnává. Zabývá se také testováním Soft PLC REX společnosti Rex Controls na konkrétní úloze, hledá výhody a nevýhody a vysvětluje důvody potenciálního využití nejen tohoto konkrétního systému.

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

STREJC, J. *Soft PLC in the development and implementation software for industrial applications.* Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Metallurgy and Materials Engineering, Study Programme of Automation and Computing in Industry, 2017, 59 p. Thesis head: Špička, I.

This diploma thesis deals with introduction of Soft PLC system and principles of its function. It describes current uses and options of these software programmable logical computers. It presents several specific variants of these systems, which further describe and compare to each other. It also deals with the testing of Soft PLC REX of the company Rex Controls on a specific task and looks for advantages and disadvantages and explains the reasons for the potential use not only of this particular system.

OBSAH

Seznam použitých zkratek a značení	8
1 Úvod	11
2 Principy funkce Soft PLC	12
2.1 Řízení a řídicí systémy	12
2.2 Programovatelné automaty PLC	14
2.3 Soft PLC	16
3 Současné možnosti Soft PLC	19
3.1 Advantech - ADAM	20
3.2 Domat Control Systems - RcWare SoftPLC IDE	22
3.3 REX Controls - Rex	26
3.4 Siemens – WinAC RTX	28
3.5 Teco – SoftPLC + Mosaic	31
3.6 Wonderware - InControl	33
4 Využití Soft PLC	36
4.1 Oblasti využití	36
4.2 PLC versus Soft PLC	36
5 Propojení Soft PLC Rex s platformou Raspberry Pi	40
5.1 Banana Pi a Raspberry Pi	40
5.1.1 Banana Pi M1	40
5.1.2 Raspberry Pi zero	42
5.2 Konfigurace Banana Pi a Raspberry Pi	43
5.3 Instalace a konfigurace Soft PLC Rex	46
5.4 Realizace konkrétní testovací úlohy	50
5.4.1 Změna platformy	50
5.4.2 Měření teploty	51
5.4.3 Zaznamenané chyby a nedostatky	54
6. Závěr	55
7 Seznam použitých zdrojů	58

Seznam použitých zkratk a značení

AI	Analogový vstup (Analog Input)
AO	Analogový výstup (Analog Output)
ASI	Otevřené komunikační sběrnice
BACnet	Komunikační protokol pro síť automatizace a řízení budov (Building Automation and Control Network)
BMS	Centrální dohledový systém pro sběr dat ze systémů integrovaných v budovách (Building Management System)
BPi	Banana Pi - Malý jednodeskový počítač s deskou plošných spojů
C	Programovací jazyk vyskytující se v různých mutacích, např. C#, C++
CFC	Programování pomocí pokročilého grafického programování (Continuous Function Chart)
CPU	Centrální procesorová jednotka (Central Processing Unit)
DCOM	Techologie komunikace mezi softwarovými komponenty (Distributed Component Object Model)
DI	Digitální vstup (Digital Input)
DLL	Implementace konceptu sdílených knihoven společnosti Microsoft (Dynamic-Link Library)
DO	Digitální výstup (Digital Output)
DP	Profibus otevřená komunikační sběrnice
ERP	Plánování podnikových zdrojů, podnikový informační systém (Enterprise Resource Planning)
EMI	vlastnost elektrického nebo magnetického přístroje, kdy neovlivňuje jiný objekt včetně sebe samotného (Electro-Magnetic Interference)
FBD	Programování pomocí funkčních blokových diagramů (Functional Block Diagram)
FUPLA	Programování pomocí funkčních bloků (Function Plan Programming Tool)
GPIO	Softwarově programovatelné vývody (piny) z různých zařízení (General-Purpose Input/Output)
GPU	Grafický procesor (Graphic Processing Unit)

HDMI	Nekomprimovaný obrazový a zvukový signál v digitálním formátu (High Definition Multimedia Interface)
HMI	Uživatelské rozhraní (Human-Machine Interface)
HW	Veškeré fyzicky existující technické vybavení počítače (Hardware)
IDE	Vývojové prostředí (Integrated Development Environment)
IEC 61131-3	Mezinárodní standardní norma pro PLC zavedená Mezinárodní elektrotechnickou komisí (International Electrotechnical Commission)
IL	Programování pomocí instrukčního jazyka (Instruction List)
IO	Vstup/Výstup (Input/Output)
IP	Adresa - číslo jednoznačně identifikující síťové rozhraní v počítačové síti (Internet Protocol address)
IPC	Průmyslový počítač (Industrial Computer)
LCD	Displej z tekutých krystalů (Liquid Crystal Display)
LD	Programování pomocí reléového schématu (Ladder Diagram)
LED	Světlo vyzařující dioda (Light-Emitting Diode)
M-Bus	Průmyslový komunikační protokol určený především pro dálkový odečet hodnot (Meter Bus)
MC	Část automatizace zahrnující systémy nebo podsystémy zapojené do pohybujících se částí strojů (Motion Control)
Modbus	Otevřený protokol pro vzájemnou komunikaci různých zařízení (PLC, displeje, I/O rozhraní)
MOM	Řízení výrobních operací (Manufacturing Operation Management)
NAS	Datové úložiště na síti, router (Network Attached Storage)
OEM	Výrobce zařízení, jehož výrobek je prodáván jinou obchodní značkou (Original/Only Equipment Manufacturer)
OS	Operační Systém (Operating System)
OPC	Sada protokolů založených na standardech OLE/COM od Microsoft (OLE for Process Control - Object Linking and Embedding for process control)
PA	Profibus otevřená komunikační sběrnice
PC	Osobní počítač (Personal Computer)
PDA	Malý kapesní počítač (Personal Digital Assistant)
Pi	Sdružená zkratka pro obě použité platformy, Banana Pi a Raspberry Pi
PID	Spojité regulátor složený z Proporcionální, Integrační a Derivační části

PLC	Programovatelný logický automat nebo jen Programovatelný Automat (Programmable Logic Controller)
ProCon OS	Označení operačního systému PLC (Programmable Operating Controller Operating System)
RIO	Vzdálený Vstup/Výstup (Remote Input/Output)
RPi	Raspberry Pi – Malý jednodeskový počítač s deskou plošných spojů
RS-485	Standard sériové komunikace pro průmyslové prostředí
RS-274D	Takzvaný Gerberův formát, standard pro přenos dat potřebných pro vykreslení motivu desky plošných spojů využívaný například v CAD systémech
SATA	Počítačová sběrnice využívající datové rozhraní pro připojení velkokapacitních paměťových zařízení (Serial ATA - Advanced Technology Attachment)
SCADA	Dispečerské řízení a sběr dat, tedy software monitorující průmyslová a jiná technická zařízení z centrálního pracoviště (Supervisory Control And Data Acquisition)
SD	Paměťová karta (Secure Digital) a její různé mutace jako Micro SD, SDHC, SDXC a další
SFC	Programování pomocí sekvenčního funkčního diagramu (Sequential Function Chart)
Soft PLC	Softwarové PLC
ST	Programování pomocí strukturovaného textu (Structured text)
SW	Počítačové programy používané v počítači (Software)
TCP	Protokol transportní vrstvy v sadě protokolů TCP/IP (Transmission Control Protocol)
TCP/IP	Primární přenosový protokol/protokol síťové vrstvy (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) – sada protokolů pro komunikaci v počítačové síti
TIA	Jednotná hardwarová i softwarová základna pro různé automatizační úlohy společnosti Siemens (Totally Integrated Automation)
USB	Univerzální sériová sběrnice (Universal Serial Bus)
VGA	Počítačový standard pro počítačovou zobrazovací techniku (Video Graphics Array)
VVK	Vytápění, Větrání, Ventilace
w1	Jednodrátový senzor (one wire sensor)
Wi-Fi AP	Přístupový bod (Access Point) k bezdrátové síti (Wireless Internet)

1 Úvod

Tato diplomová práce se zaměřuje na softwarové programovatelné logické počítače, takzvané Soft PLC. Bere si za úkol bližší představení tohoto univerzálního nástroje a konkrétnější vysvětlení jeho základních funkcí a také rozdílů oproti konvenčním programovatelným logickým automatům PLC.

V první části jsou představeny základní principy řízení, regulace a řídicích systémů. Konkrétně a podrobně popisuje programovatelné logické automaty PLC a jejich funkci. Vysvětluje stručně jejich historii, principy a oblasti využití. Dále se již blíže zabývá samotnými softwarovými PLC. Vysvětluje důvody uvedení na trh a představuje některé základní rozdíly oproti konvenčním PLC. Zároveň v této části dochází k prvnímu srovnávání těchto dvou velice podobných systémů.

Další část této práce se soustředí na průzkum současných možností těchto aplikací. Podrobně se zaměřuje na šestici konkrétních systémů, představuje jejich výrobcem doporučené oblasti využití. Těmito konkrétními Soft PLC aplikacemi jsou ADAM od společnosti Advantech, RcWare SoftPLC společnosti Domat Control Systems, REX české společnosti Rex Controls, dále pak WinAC RTX od jednoho z předních výrobců konvenčních PLC - Siemens, SoftPLC od další české společnosti Teco a InControl společnosti Wonderware. Všechny tyto systémy jsou významnými hráči na poli automatizace a především softwarových programovatelných počítačů.

Následující část se zaměřuje na oblasti využití Soft PLC, blíže specifikuje rozdíly mezi těmito systémy a klasickými PLC. Klade si také otázku, kdy je který z těchto systémů výhodnější a odhaluje některé výhody a nevýhody obou variant.

Dále se tato práce zabývá testováním konkrétního systému Soft PLC REX. K tomu slouží testování na jednoduché úloze měření teploty, založené na propojení tohoto software s hardwarovou platformou Raspberry Pi. Blíže popisuje konfiguraci jak této použité platformy, tak samozřejmě také její softwarové osazení důležitými ovladači a komponenty nezbytnými pro použití se Soft PLC REX. Představuje programování v tomto systému a testuje jej. Zároveň poukazuje na některé menší či větší vady a chyby objevené při zkoumání a práci s tímto systémem.

Nakonec této práce následuje závěr, shrnutí poznatků o těchto systémech a osobní autorův názor na možnosti využití a důvody, proč zvolit či nezvolit právě tento systém na úkor klasických PLC systémů.

2 Principy funkce Soft PLC

Soft PLC jsou programovatelné automaty s programovou pamětí pro využití v široké škále odvětví od průmyslové automatizace, přes dopravu až po oblast medicíny. Je to řídicí systém na principu PLC (Programmable Logic Controller) – malého průmyslového počítače.

2.1 Řízení a řídicí systémy

Řízení lze charakterizovat jednosměrností řídicích signálů, které nejsou upravovány stavem řízeného procesu. Řídicí jednotka svými signály působí na zařízení bez průběžné úpravy v závislosti na stavu řízeného procesu.

Jednoduché bezprostřední řízení zahrnuje řízení, působení obsluhy i konečný účinek. Mnohastupňové nepřímé řízení může někdy zahrnovat jen nejvyšší úroveň, např. komunikaci člověka s řídicí jednotkou.

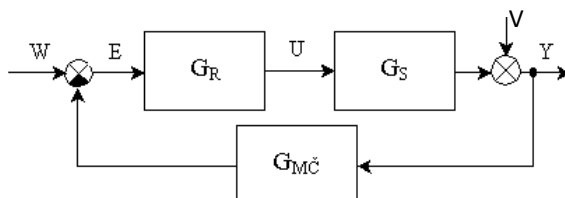
Podle typu signálu je řízení rozděleno na analogové, číslicové a binární řízení. Analogové používá spojitě působící signály, které jsou podle svého časového průběhu analogovým obrazem, např. motory, ventily či operační zesilovače. Binární řízení využívá dvouhodnotových signálů a jsou sledem dvou různých stavů, např. ON a OFF nebo logicky 1 a 0. Většina řídicích systémů je binárních.

Řídicí systémy

Řídicí systémy dle způsobu programování jejich funkce dělíme na propojováním programované řídicí systémy a systémy s programovou pamětí (ve většině případů polovodičovou), to jsou například programovatelné automaty PLC. Řídicí systémy programované propojováním jsou nastaveny vodivými spoji, např. přepínači. Neprovádí-li se změna nastavení, jedná se o pevně nastavené řídicí systémy nebo jednotky. Změny funkce takových jednotek lze například dosáhnout výměnou spojovací jednotky v konektoru.

Paměťové řídicí systémy mají pevné (mohou být vyměněny) nebo přepisovatelné (mohou být přeprogramovány) elektronické paměti. Program pro řídicí systém může být například vytvořen na počítači a následně přenesen do řídicího systému, přičemž přeprogramování je velice rychlé a snadné. Takovéto programovatelné automaty jsou většinou používány pro řízení výrobních linek a k řízení

dopravy mezi jednotlivými stanovišti a stroji a koordinaci řízení jednotlivých strojů. Řídicí systémy jsou většinou spojeny z více jednotek propojených datovou sítí přístupnou z veřejné sítě, což umožňuje vzdálené řízení, pozorování, korekci parametrů a dokonce přeprogramování systému.



Obr. 1 – Schéma obecného systému řízení. W =žádaná veličina, E =regulační odchylka, U =akční veličina, Y =regulovaná veličina, V =poruchová veličina, G_R =regulátor, G_S =regulovaná soustava, $G_{MČ}$ =Měřicí člen.

Regulace

Cílem každého elektrického nebo elektronického řídicího systému je měření, sledování a řízení procesů. Jedním ze způsobů, kterým je možno tohoto výsledku dosáhnout a přesně řídit proces, je monitorováním jeho výstupu a „posíláním“ jeho části zpět na začátek a následným porovnáním skutečné hodnoty na výstupu s požadovanou hodnotou. Tento systém se nazývá zpětnovazební signál, nebo také regulace a systém, který využívá signály zpětné vazby k řízení a nastavení sebe sama se nazývá regulační obvod.

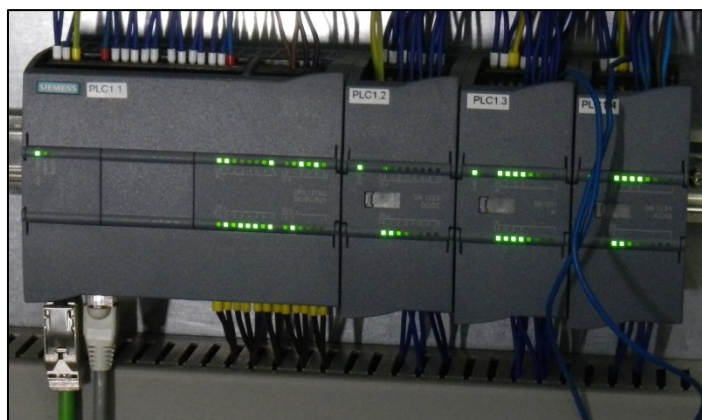
Regulační obvod je řídicí systém využívající principu otevřené smyčky k hlavní cestě, má ale také jednu nebo více zpětných vazeb nebo cest mezi výstupem a vstupem. Jsou navrženy tak, aby automaticky dosahovaly a držely požadovanou výstupní hodnotu pomocí porovnávání s aktuální hodnotou. To se děje pomocí generování chybového signálu, který je rozdílem hodnoty aktuální a požadované. Jedná se tedy o plně automatický systém řízený na základě aktuální hodnoty výstupu.

Cílem regulace je tedy udržení nulové (minimální) odchylky. Tento princip řízení je tak univerzální, že dovoluje řídit systémy s nejrůznějšími dynamickými vlastnostmi, dokonce i některé systémy nestabilní. Druhy regulace jsou stabilizace, regulace na konstantní žádanou hodnotu regulované veličiny $w(t) = w = \text{konst.}$, programová regulace, kdy se $w(t)$ mění podle předem stanoveného programu a vlečná kaskádní regulace, kdy se $w(t)$ mění podle určité technologicky významné veličiny (nikoliv v čase podle programu).

2.2 Programovatelné automaty PLC

Postupnou automatizací v továrnách bylo stále obtížnější udržet zvyšující se počet reléových skříní a kontrolků v bezpečném bezporuchovém chodu. Navíc vzrůstal tlak na soustředěnost obsluhy, která mechanicky sledovala stále stejné procesy a reagovala stále stejnými reakcemi. Proto byl realizován koncept automatizovaných prvků pro kritické operace, jako je například samovolná náhrada odstaveného čerpadla. Postupně se projevilo, že s rozmanitostí automatizačních úloh nelze všechny dílčí algoritmy napevno vyrobit a produkovat v dostatečném množství a kvalitě. Problém vyřešily programovatelné logické automaty PLC - počítače s procesorem a speciálním programovacím jazykem optimalizovaným na rychle probíhající děje a s připravenými knihovnami pro nejčastěji řešené úlohy.

Programovatelný logický automat je definován jako číslicový elektronický systém navržený pro použití v průmyslovém prostředí. Používá programovatelnou paměť pro uložení uživatelsky orientovaných instrukcí sloužících k implementaci specifických funkcí, jako jsou logické funkce, funkce pro vytváření sekvencí, funkce pro časování, funkce pro čítání a funkce pro aritmetické výpočty. To vše za účelem řízení různých typů výrobních strojů a procesů pomocí číslicových a analogových vstupů a výstupů.



Obr. 2 – PLC Siemens Simatic S7-1200 CPU 1215C DC/DC/Rly. [Strejc J., Řízení pohonů v procesu spalování biomasy, 2014]

PLC rozlišujeme podle provedení na kompaktní, kdy je vše v jednom pouzdře; modulární, což jsou samostatné moduly nebo zásuvné karty v různých velikostech a na PLC se zabudovaným operátorským panelem, tzv. pracovní stanice (např. Simatic). Dále podle počtu vstupů a výstupů (I/O) od mikro PLC s 20 I/O až po nejvyšší

výkonnostní třídu s až tisícem I/O, která jsou vždy v modulárním provedení. Podle počtu procesorů se pak PLC dělí na jednoprocessorová umožňující multitasking (kvaziparalelní běh několika procesů) a na víceprocesorová umožňující multiprocessing (paralelní běh několika procesů), což je většina modulárních PLC.

Relé jsou v PLC již jen virtuální a realita je převedena signály přes svorky u periferie do PLC. Typickou periferií je skupina 8 digitálních vstupů na 24V stejnosměrného napětí se společnou nulou.

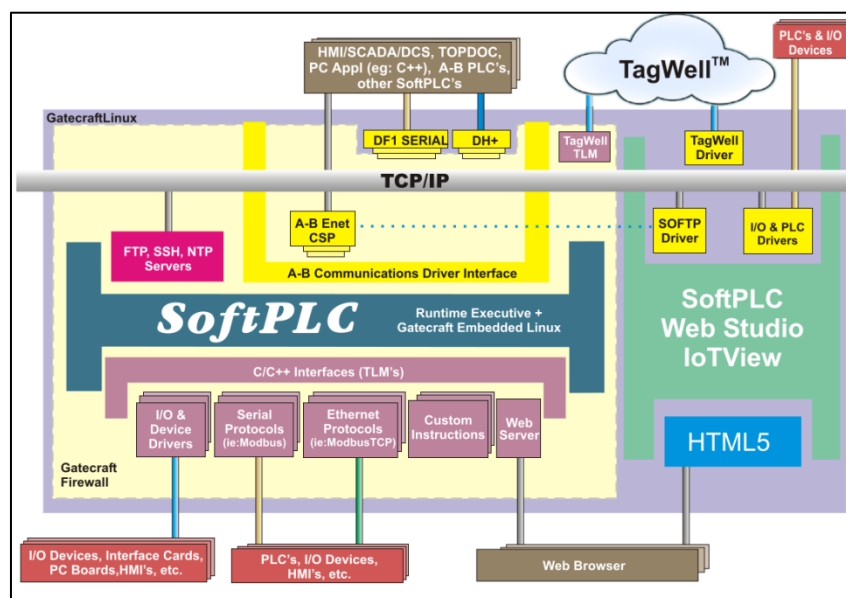
Specificky bezobslužné nebo nekontrolované provozy kladou nejvyšší nároky na kvalitu přípravy programů do PLC. Vhodně zvolený model řešení algoritmů nebo podporovaná kontrola struktury programování omezí chyby a nedodělané funkce, například kontrola bezchybného hardwaru a rychlá dohledatelnost chyby v programu. Možnost přípravy požadovaných funkcí před realizací zakázky a možnost oprav bez nutnosti zastavení probíhajícího procesu (inkrementální programování) významně ovlivňuje kvalitu výsledného programu a tím i jeho bezpečnou funkci.

PLC jsou i velmi kompaktní a někdy překvapivě malých rozměrů, s nemnoha vstupy a výstupy na centrálním modulu. Často v sobě mají výpočetní výkon a možnosti srovnatelné (někdy shodné) s centrální jednotkou velkého modulárního systému. Připojením lokálních rozšiřujících modulů a modulů vzdálených vstupů a výstupů (RIO – Remote Input/Output) lze jejich konfiguraci významně rozšířit, obvykle na desítky až stovky I/O. Za další vstupy a výstupy lze považovat i senzory, akční členy a další prvky připojené k průmyslovým sběrnicím. Komunikační možnosti dovolují vytvářet sítě propojením několika PLC a navzájem sdílet jejich proměnné (vnitřní, vstupní i výstupní) – i ty lze považovat za další vstupy a výstupy. Vytvořený distribuovaný systém může obsahovat PLC různých kategorií, zapojených do různých topologických struktur. Může být prostorově velmi rozlehlý, každopádně velmi výkonný a při chytrém návrhu i bezpečný – a obvykle levnější než srovnatelný velký centrální systém. [Šmejkal L., automa.cz, 2012]

V současnosti je stále nejčastěji používanou síťovou technologií pro PLC Ethernet a nejvíce využívaným síťovým protokolem pak TCP/IP i když se jeho podíl mírně snižuje. Naopak protokoly Profinet a Profibus získávají stále větší oblibu a jsou již využívány téměř stejně často jako TCP/IP.

2.3 Soft PLC

V podstatě by se dalo říci, že definice Soft PLC se mění podle toho, koho se ptáte. Jedná se o velmi zajímavý systém, na nějž se názory velice různí. Soft PLC je v podstatě softwarový balíček který nahrazuje funkci standardních konvenčních PLC v počítači a kromě karty I/O nemá fyzické komponenty. Zjednodušeně by se dalo říci, že na místo koupě PLC si stačí pořídit sestavu I/O modulů a propojit je s počítačem opatřeným tímto Soft PLC balíčkem. Je to vysoce výkonný programovatelný logický systém, který spojuje funkce PLC (jako I/O řízení, PID, standardní průmyslové komunikační protokoly) s výhodami klasických počítačů, jejich výkonu a otevřeným programováním (protokolování, zpracování dat, spouštění více aplikací současně, komunikace přes standardní sítě, uživatelské funkce, databáze). Kombinuje funkce PLC, zapisovačů dat, komunikačních průchodů a vestavěných (embedded) počítačů. Jejich provedení je různé – od tradičního stolního PC se sériově připojeným systémem periférií až po různé varianty průmyslových počítačů (IPC) v modulárním provedení nebo se sériově připojeným systémem periférií. Spojuje je způsob programování shodný s programováním ostatních PLC, obvykle podle normy IEC 61131-3.



Obr. 3 – Schéma vnitřní struktury Soft PLC. [softplc.com, 2014]

Již název vychází z faktu, že jádrem každého takového systému je řídicí software v počítači, jedná se o softwarové PLC, vnitřní softwarovou technologii (firmware). Technicky vzato, provádí program Soft PLC speciální kód v určitém časovém intervalu. Potřebuje tudíž, aby jakýkoliv operační systém běžící pod ním zajišťoval vykonávání instrukcí v reálném čase.

Aplikace jsou provozovány na počítačích různé architektury dle způsobu použití.

Osobní počítače či notebooky

Osobní počítače (PC) jsou svojí konstrukcí a původně orientovány na zpracování textů a grafiky, na zpracování databázových aplikací, komunikačních nebo telekomunikačních úloh. Vše ve velkých objemech řádově megabyty, gigabyty, terabyty a více. Pro přenos velkého objemu dat využívají aktivních ethernet/internet sítí s vysokými rychlostmi. Na druhou stranu nikoho nepřekvapí, pokud se data přenáší o minutu déle, nebo je nutno počítač resetovat, protože to občas potřebuje. Často ve chvíli, kdy to nepotřebuje uživatel. Dnes na trhu koexistují řešení na bázi PLC a PC a většina světových výrobců má v nabídce obě platformy.

Intelligentní panely

Intelligentním panelem se rozumí zařízení, které má vlastní programovatelný procesor, paměť a komunikační rozhraní pro výměnu dat s vizualizovaným procesem. Ačkoliv architektura těchto zařízení vychází z PC, nejsou považována za PC v pravém slova smyslu, protože používají speciální operační systémy reálného času (na rozdíl od Windows na PC) a také speciální programovací nástroje. Intelligentní panel funguje naprosto autonomně, po výpadku komunikace pracuje dál a může např. ještě zpracovávat data off-line. Přidávání řídicí funkce do takovýchto zařízení a používat je tak nejen k vizualizaci, ale i k řízení procesu, se stává čím dál oblíbenějším. Řídicí část systémového softwaru těchto zařízení bývá zpravidla Soft PLC. Různá Soft PLC však často běží i na průmyslových PC souběžně s operačním systémem Windows, který se stará o vizualizaci.

Průmyslové Počítače

Průmyslové počítače (IPC) směřují do stále nižších pater výrobního procesu. Příkladem jsou Soft PLC, řídicí počítače využívané na místech, kde byly donedávna představitelné pouze programovatelné automaty PLC. Konstrukteři však žádají od těchto průmyslových PC především dostatečný výpočetní výkon, spolehlivost, odolnost v prostředí průmyslové výroby, potřebná komunikační rozhraní, možnost rozšíření vstupů a výstupů a malé rozměry. Díky technickému rozvoji v této oblasti se uvedené

požadavky daří plnit stále lépe. Moderní průmyslové PC na liště DIN již lze stěží rozeznat mezi ostatními přístroji. Počítač má navíc všechna standardní rozhraní, na která jsou uživatelé u PC zvyklí: připojení klávesnice, displeje, myši, nechybí ani audio vstup a audio výstup. Zpravidla podporuje jak Linux, tak Windows a Windows embedded operační systémy. V jednom zařízení tak může být v modulární sestavě obsažen softwarový programovatelný automat, vizualizační aplikace, komunikační rozhraní a rozhraní pro vstupy a výstupy. Navíc tyto počítače minimalizují nebo eliminují nevýhody původní konstrukce PC. Výpočetní jednotku lze rozšiřovat moduly I/O pro přímé propojení s technologickým zařízením. Používají se jako řídicí systémy složitých zařízení, kde jen klasický PLC nestačí.

Soft PLC tedy disponuje jinými rychlostmi procesorů a programovou a data pamětí a to vše je postaveno na PLC architektuře, I/O a síťových komponentech, programových nástrojích a spojených software nástrojích.

3 Současné možnosti Soft PLC

Soft PLC má širokou škálu využití prakticky v jakékoli oblasti především průmyslové. Stále více společností objevuje výhody tohoto systému oproti konvenčnímu PLC. Konkrétní oblasti využití mohou být například energetika, doprava, medicínské technologie, materiálové inženýrství, ropný průmysl, textilní průmysl, automobilový průmysl, potravinářský průmysl a další.

Vývojem Soft PLC se zabývá stále větší počet výrobců, některé dodávají samostatný software, některé mají i své vlastní I/O moduly. Když Soft PLC na začátku nového tisíciletí začalo pronikat na trh, nabízelo vskutku zdatnou a mnohdy lepší konkurenci současným PLC. Ta se ale ukázala jako velmi přizpůsobivá a kdyby nebyl upraven a urychlen vývoj, přijaty výkonnější komunikace, řízení, HMI a programovací schopnosti, dost možná by byla nahrazena úplně. Postupem času došlo k jakémusi uspokojení obou táborů, protože většina běžných dodavatelů PLC poskytuje zároveň i Soft PLC.

Trh se softwarovými PLC – Soft PLC – je obrovský. Velikost trhu je srovnatelná s trhem klasických konvenčních PLC. Mnoho firem se soustředí na vývoj obou platform, existují však společnosti, přímo se specializující pouze na Soft PLC, případně mají v nabídce i IPC a další zařízení. Jelikož Soft PLC pracuje na stejné bázi jako klasická PLC, používají se ve stejných nejen průmyslových odvětvích. Trh nabízí společnosti specializující se na samotné řízení ale také na rovněž nezbytnou oblast „pouhého“ testování, což znamená, že takové produkty reálně neřídí žádný systém, ale jsou schopny simulovat funkci jakýchkoli dostupných PLC a aplikací pro ně vyvinutých.

Průmyslové PC pro vizualizaci a řízení procesů jsou často vytíženy jen nepatrně. Použitím Soft PLC lze udělat z průmyslového PC navíc plnohodnotný PLC. Větší část Soft PLC produktů bývá nějakým způsobem vázána, či podstatně více kompatibilní s „pevnými“ produkty stejné společnosti. Existuje ale také mnoho společností, produkujících Soft PLC vysoce kompatibilní s jakýmkoli reálnými zařízeními (IPC, PC) či programovacím softwarem.

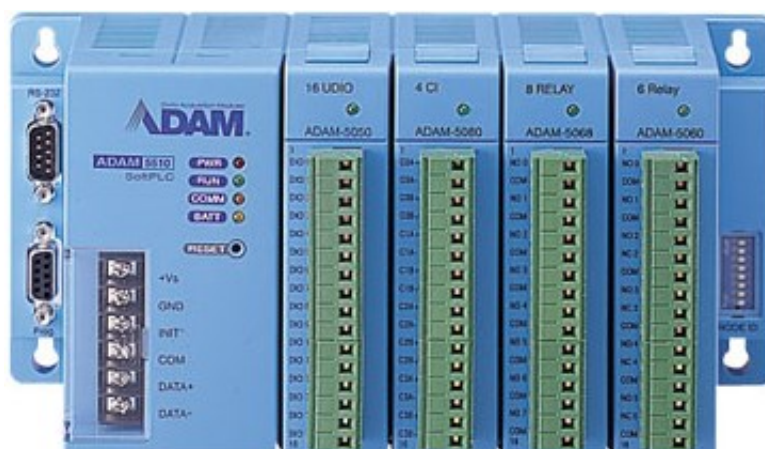
Některé z široké škály společností produkujících svá vlastní Soft PLC budou představeny na následujících stránkách. Jedná se o porovnání větších i menších společností.

3.1 Advantech - ADAM

Společnost Advantech je jednou z předních poskytovatelů vložených automatizačních produktů a řešení již od roku 1983. Nabízí komplexní systémovou integraci software, hardware, na zákazníka zaměřený design a globální logistickou podporu, vše podpořené předními průmyslovými oboustrannými manažerskými e-business operacemi. Jedná se o inovátorskou společnost ve vývoji a výrobě vysoce kvalitních a výkonných výpočetních platforem. Poskytují kompletní řešení pro širokou škálu aplikací a oblastí.

Co se Soft PLC týče, jednotky ADAM byly na českém trhu standardem v oblasti distribuovaných systémů a moduly této řady si i nadále nacházejí své uživatele. Prošly dynamickým vývojem a nabízejí zákazníkům široké spektrum funkcí, spolehlivost, flexibilitu a robustnost. Z bohaté nabídky jednotek patří k nejrozšířenějším ADAM-5510 na platformě PC, takzvané Soft PLC. [Skřipský P., automa.cz, 2010]

Pod označením ADAM-5510 se u výrobce Advantech schovává kompaktní autonomní systém pro řízení aplikací a zpracování dat s výraznou podporou distribuovaných řešení a datové komunikace mezi různými zařízeními. Výrobce jej popisuje jako „PC-based programmable standalone controller“, tedy ve volném překladu „samostatný programovatelný automat založený na PC struktuře“. Na první pohled ADAM-5510 opravdu vypadá jako PLC. Je to rozšiřitelný systém složený ze základní CPU jednotky s možností připojení 4 nebo 8 různých vstupních/výstupních modulů a další je možné pak napojit prostřednictvím RS-485 nebo Ethernetového rozhraní. [Vojáček A., automatizace.hw.cz, 2011]



Obr. 4 – Jednotka ADAM-5510. [advantech.com, 2017]

Díky vlastnostem jednotek ADAM-5510 a především ve spojení s programovým vybavením KW Multiprog získává uživatel plnohodnotný programovatelný automat Soft PLC. Jeho široké komunikační schopnosti, flexibilita, robustnost, a vysoká odolnost v průmyslových podmínkách najdou uplatnění na místech, kde ještě donedávna bylo zvykem používat klasická PLC (např. jednoúčelové stroje, čistírny odpadních vod, energetické rozvodné systémy, telemetrické systémy v plynárenství a další).

3.2 Domat Control Systems - RcWare SoftPLC IDE

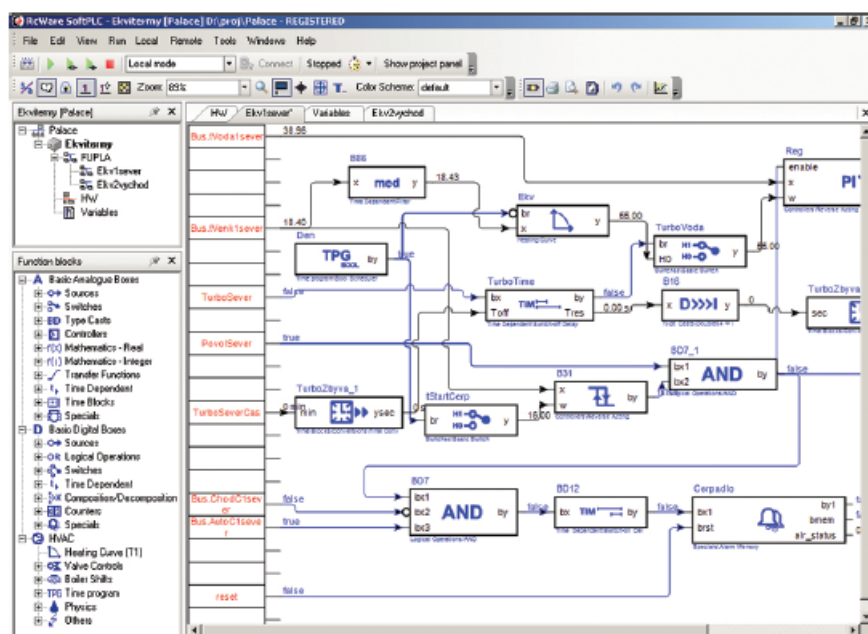
Domat Control System. je český výrobce systémů a komponent pro měření a regulaci větrání, vytápění, klimatizace a energetických celků. Firma vznikla v roce 2004, v roce 2008 zahájila aktivity v energetice, a to dodávkami systémů pro monitorování a řízení fotovoltaických elektráren. Představuje komplexní řešení pro řízení inteligentních budov, jejich energetické efektivity, správu dat a integraci informací z ostatních infrastrukturních systémů budovy (např. dodávka tepla a elektřiny, EZS, EPS atd.). Poskytujeme široké portfolio produktů od procesních stanic samotných přes rozšiřující I/O moduly a převodníky až po čidla a pokojové ovladače. Veškerý řídicí hardware i software je vyvíjen i vyráběn v České republice a chráněn průmyslovými vzory firmy Domat. [domat-int.com, 2017]

Tento systém disponuje podporou standardních protokolů Modbus, OPC a BACnet, kombinovanou s více než padesáti driversy pro cizí systémy. Systém Domat je proto používán nejen u homogenních systémů řízení budov, ale i jako prostředek pro integraci ostatních technologií do cizích vizualizací a manažerských systémů.

Pro tvorbu řídicích aplikací, uživatelského rozhraní, řídicích algoritmů, tedy programování systému, slouží balík programů RcWare SoftPLC, jehož základní verze je k dispozici zdarma. V podstanicích jsou nainstalovány runtimy, které spouštějí projekt. Runtime může běžet i jako pouhá služba systému, takže např. nezávisí na přihlášení uživatele.

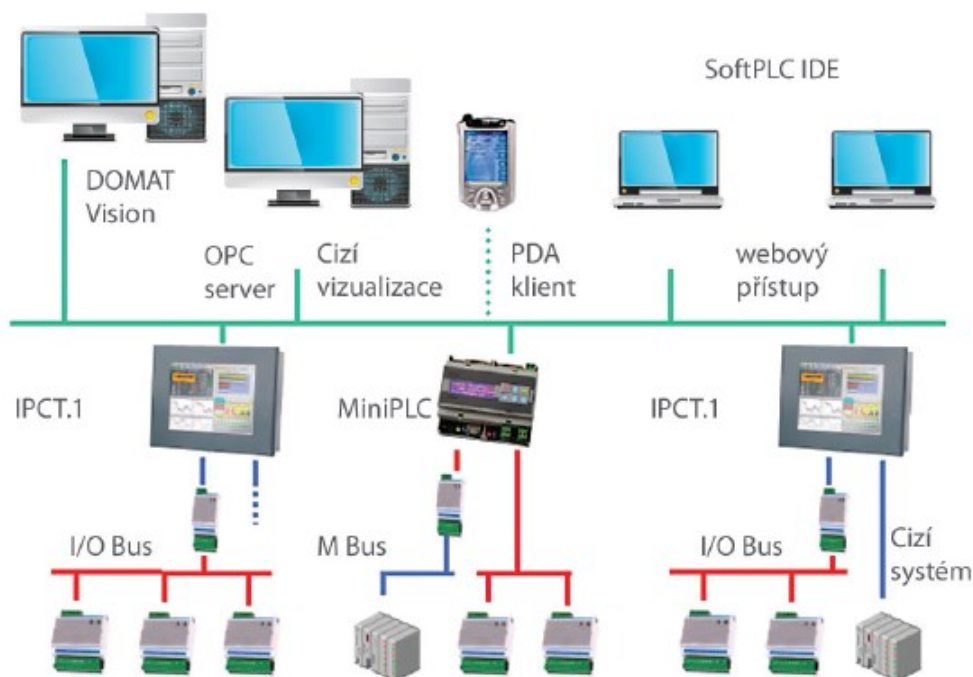
Součástí runtime jsou i komunikační driversy jak pro I/O moduly Domat Control System, tak pro další standardní protokoly (Advantech, Modbus RTU, Modbus TCP, BACnet, M-Bus, OPC klient) i pro některé cizí regulační systémy. Pro integraci specifických sběrnic se pak používají převodníky, například M090 pro řízení světel, jiné potom pro integraci I/O modulů, nebo pro odečítání měřičů energií po sběrnici M-Bus.

Projekt se tvoří v inženýrském a vývojovém prostředí – IDE v blokové logice, která poskytuje komfortní prostředek pro rychlou tvorbu aplikací. Editor obsahuje komfortní knihovnu funkcí pro větrání, vytápění a klimatizaci. V knihovnách bloků jsou bloky základní analogové i digitální, matematické funkce včetně goniometrických a logaritmických, PID regulátory, časové programy (binární, vícecestavové i analogové), čítače, alarmové bloky a speciální funkce pro použití v systémech VVK (Vytápění, Větrání, Ventilace) jako rekuperace, rosný bod, průměrná teplota v čase, střídání čerpadel a kotlů a podobně. Pro uvádění do provozu slouží funkce testování komunikace, ve schématech jsou vidět aktuální procesní hodnoty a vybrané hodnoty lze zobrazit v grafu, což velmi usnadňuje ladění regulačních smyček. V editoru je kontextová nápověda, která podrobně popisuje jednotlivé funkční bloky a jejich chování včetně příkladů. Obrazovky dotykového displeje, webové stránky a LCD menu se snadno tvoří v grafickém programu Touch Screen Editor. [Domat přehledový katalog, 2017]



Obr. 6 – Vývojové prostředí RcWare SoftPLC. [domat-int.com, 2017]

Součástí balíku RcWare SoftPLC IDE jsou i další programy jako OPC server sloužící pro integraci Soft PLC do cizích systémů. Dalším je PDA klient, grafický panel pro Windows Mobile a Pocket PC. Webový server, s podporou vektorové grafiky a dynamické aktualizace hodnot včetně trendů, Webpanel, umožňuje obsluhu webového prohlížeče. Touchscreen je modul pro obsluhu dotykového displeje a generování emailů a SMS zpráv.



Obr. 7 – Konfigurace RcWare SoftPLC IDE. [domat-int.com, 2017]

Pomocí vývojového prostředí Merbon IDE se podstanice řady mark. programují a konfigurují. Programovat lze dvěma způsoby: pomocí funkčních bloků (FUPLA) nebo strukturovaným textem (ST) podle IEC 61131-3. Programování funkčními bloky usnadňuje rychlou tvorbu aplikací a zvyšuje přehlednost, pro složitější nebo speciální funkce je výhodnější použít strukturovaný text.

Uživatelé mohou pracovat v jednoduchém módu, kde je řada věcí předkonfigurována, to ale za cenu nižší flexibility, anebo v plném módu, kde mají přístup ke všem funkcím programu. V jednoduchém módu je projekt omezen na jednu podstanici, v podstanici běží jediný task a programuje se pouze pomocí funkčních bloků. Je proto vhodný pro začátečníky nebo pro aplikace, kde se na servisu bude střídát více pracovníků, protože používání funkčních bloků zvyšuje přehlednost a snižuje riziko chyb. U plného módu je možné kombinovat programování pomocí bloků i strukturovaného textu, ale především tvořit vlastní funkční bloky a funkce, opět v obou jazycích: FUPLA i ST.



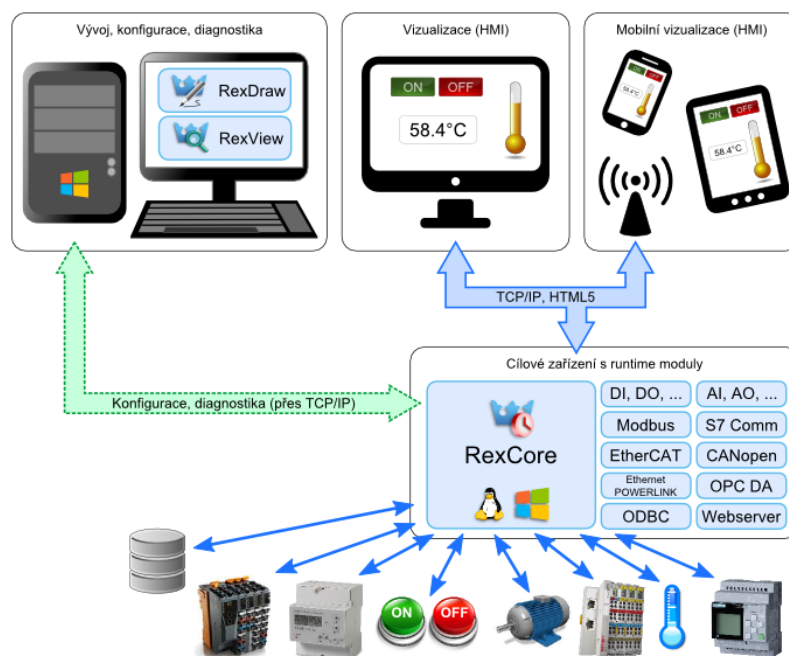
Obr. 8 – Průmyslový počítač IPLC301. [domat-int.com, 2017]

Společnost Domat Control Systems je zároveň výrobcem řady volně programovatelných MiniPLC a IPC vhodných pro použití s RcWare SoftPLC. Průmyslové počítače IPLC500 a IPLC510 jsou procesní stanice s operačním systémem Industrial Grade Linux a rozšířenou množinou driverů pro cizí systémy, jako solární střídače, PLC a další systémy. Spolu se službou SoftPLC Proxy jsou vhodné pro rekonstrukci starších zařízení VVK a jejich připojování na centrální dispečink přes Internet. MiniPLC je ideální pro výměníky, kotelny nebo vzduchotechniky do cca. 400 I/O bodů propojené v síti – ať už do systému SCADA nebo jen s přístupem přes webový prohlížeč. Příkladem zařízení o této velikosti může být výměníková stanice s několika topnými větvemi a ohřevem teplé užitkové vody, penzion se zdrojem tepla, vzduchotechnickou jednotkou a několika desítkami pokojů nebo vytápění a klimatizace rezidenčního objektu, kde je navíc ještě možné zintegrovat další technologie, jako vyhřívání bazénu, venkovní osvětlení, zavlažovací systém a podobně. [domat-int.com, 2017]

3.3 REX Controls - Rex

Společnost REX Controls se zabývá výzkumem a vývojem pokročilých algoritmů, podpůrných a diagnostických nástrojů i kompletních programových řešení pro přímé řízení strojů a procesů v reálném čase. Základní používaná technika návrhu řídicích systémů strojů a procesů je „návrh na základě modelu“, která umožňuje dramaticky zkrátit potřebný čas na vývoj a dále zkvalitnit a zlevnit výsledná řešení. Návrh na základě modelu znamená, že systém a jeho kompatibilita s rozsáhlými simulačními balíky Simulink a Simscape umožňuje ověřovat jednotlivé fáze vývoje pomocí různých druhů simulací. Matematický model stroje či technologie je vytvořen technikou multifyzikálního komponentového modelování. Následné simulace minimalizují chyby v návrhu řídicího systému i stroje samotného a vedou rychle k funkční verzi prototypu. [rexcontrols.cz, 2017]

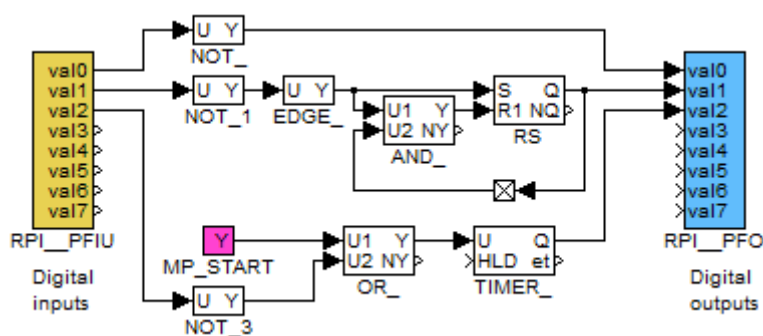
V aplikacích REX Controls je využíván řídicí systém REX pro vestavěné řízení. Jedná se o otevřený nástroj pro konfiguraci a realizaci řídicích aplikací umožňující zařazovat nové algoritmy a integrovat komponenty do širokého spektra výrobců. REX. Zároveň je kompatibilní s globálně rozšířeným produktem Matlab-Simulink a tím usnadňuje transfer pokročilých algoritmů do praxe.



Obr. 9 – Prvky řídicího systému Rex. [rexcontrols.cz, 2017]

Společnost se zaměřuje především na automobilový průmysl, energetiku, implementaci algoritmů řízení (například funkční bloky pro řídicí systémy společnosti Teco), laboratorní modely a aplikace, virtuální laboratoře anebo vývoj a řízení speciálních strojů, standů a manipulátorů.

Řídicí systém REX je soubor softwarových nástrojů pro řízení strojů, technologií a procesů. Lze použít ve všech oblastech automatizace, robotiky, měření a regulace. Tento systém disponuje grafickým programováním bez ručního psaní kódu, uživatelským rozhraním pro desktop, tablet i smartphone. Programování řídicích jednotek probíhá na běžném PC nebo notebooku využívajíc algoritmy řízení prověřené průmyslovou praxí. Integrace do podnikových informačních systémů (ERP/BMS) je velice snadná a systém podporuje širokou škálu zařízení a vstupně-výstupních jednotek. Programování algoritmů řídicího systému REX tedy probíhá na standardním PC v grafickém vývojovém prostředí. Algoritmy jsou vytvářeny na základě obsáhlé knihovny funkčních bloků (časovače, komparátory, filtry, PID regulátory a mnoho dalších).



Obr. 10 – Programování v řídicím systému Rex. [rexcontrols.cz, 2017]

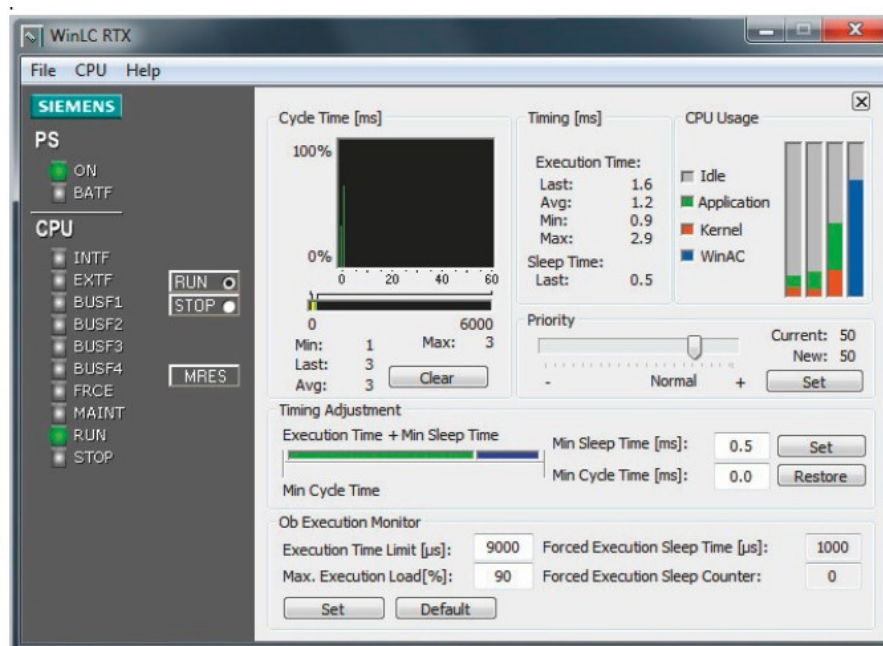
Základem tohoto systému je grafické prostředí RexDraw, kde jsou algoritmy vytvářeny. K dispozici jsou jak jednoduché komparátory a časovače, tak pokročilé bloky pro zpracování analogových signálů a regulaci. Nechybí ani PID regulátory s automatickým laděním parametrů. Takové algoritmy je možné ihned přeložit a spustit na cílovém zařízení (Linux IPC, WinPAC, Raspberry Pi atd.). Při běhu výsledného algoritmu je možné v reálném čase ihned sledovat všechny signály a funkční bloky na platformě RexView. Připojení je možné v lokální síti i přes Internet. Překladač RexComp poté převádí vytvořené algoritmy do binárního formátu systému REX. Tento překladač, vypisující informace o překládaných souborech a chybách, je možné spustit přímo z vývojového prostředí RexDraw. Nezbytnou součástí je pak RexCore - jádro

systému. Toto jádro běží na cílovém zařízení IPC, WinPAC, Raspberry Pi nebo jiné platformě. Zajišťuje spouštění a časování programů a současně provádí mnoho dalších činností řídicích systémů. Jednotlivé úlohy jsou pak vykonávány v režimu preemptivního multitaskingu na základě stanovených priorit.

3.4 Siemens – WinAC RTX

Siemens je globální elektrotechnický koncern, který je již více než 165 let synonymem pro špičkové technologie, inovace, kvalitu a spolehlivost. Společnost působí ve více než 200 zemích a své aktivity rozvíjí zejména v oblastech elektrifikace, automatizace a digitalizace. Siemens patří k největším poskytovatelům technologií šetrných k životnímu prostředí. Patří mezi průkopníky řešení v oblasti veřejné infrastruktury, průmyslové automatizace a softwarových řešení pro průmysl. [Siemens Česká Republika, 2016]

Siemens v oblasti automatizace, kromě jiných produktů a PLC, nabízí také odolné a výkonné osobní počítače pro průmyslové použití IPC a Soft PLC, tj. softwarové řídicí systémy na bázi PC používané v mnoha případech místo dosavadních programovatelných automatů PLC.

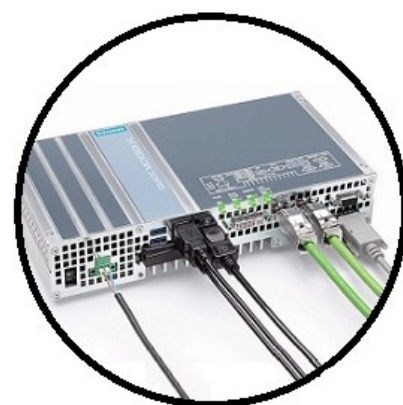
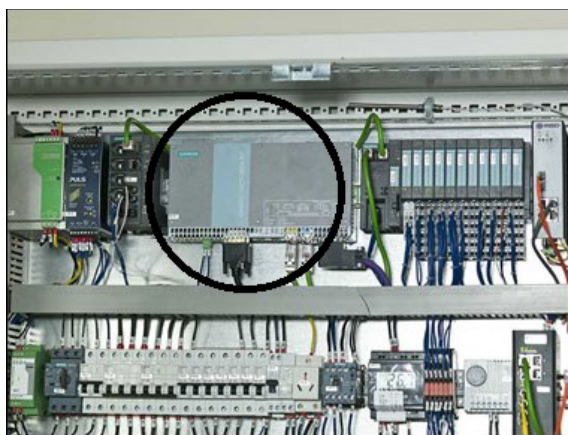


Obr. 11 – Operační prostředí Simatic WinAC RTX. [riverplus-automation.com, 2017]

Na téměř libovolném PC splňujícím určité minimální požadavky na výkonnost výpočetního systému lze bez problémů provozovat softwarový balík Simatic WinAC RTX, který mj. obsahuje také spolehlivé softwarové PLC určené k řízení technologických procesů. Softwarové PLC SIMATIC WinAC RTX se hodí pro řízení aplikací vyžadujících výkonný řídicí systém, přenosy a zpracování větších množství dat, či rychlou odezvu v reálném čase. Vedle Soft PLC mohou na daném PC běžet i další aplikace (vizualizace, výpočty, zpracování dat, atd.). Uživatel si sám nadefinuje, kolik systémových prostředků vyhradí pro činnost softwarového PLC a kolik ponechá pro další Windows aplikace. Řízení je deterministické.

Ke konfigurování, programování a diagnostice softwarového PLC se používá osvědčené vývojové prostředí Step 7, které je společné pro PLC řad Simatic S7-300 a S7-400 i pro WinAC RTX. Z programátorského pohledu je softwarové PLC WinAC RTX stejné jako PLC řady S7-400. To je jeho velká přednost, protože programátoři, kteří mají zkušenosti s klasickými PLC řady Simatic, se nemusí učit nic nového. Dokonce mohou programové bloky vytvořené původně např. pro procesorové jednotky PLC nahrát do Soft PLC a naopak.

Simatic WinAC RTX 2009 funguje na hardwarové platformě standardních PC s operačním systémem Windows XP Professional nebo Windows XP embedded (pouze na SIMATIC PC). Zvláště vhodné je užití softwarového PLC v kombinaci s vestavnými PC systémy SIMATIC IPC 427C (obr. 12) a IPC 477C s Windows XP Embedded. Tato PC nemají žádné rotační součásti a jsou prakticky bezúdržbová, montují se přímo do rozváděče, kde zabírají minimální prostor. WinAC RTX využívá operační paměť PC a umožňuje zálohování na pevný disk. [Siemens Česká Republika, 2016]

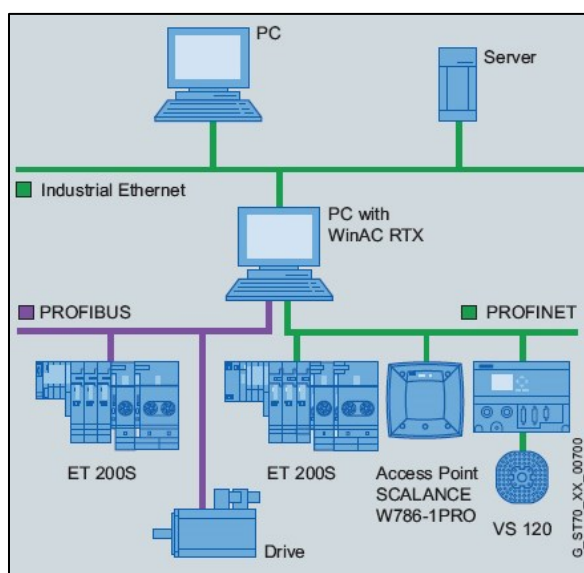


Obr. 12 – Průmyslový počítač SIMATIC IPC 427C. [www.windkraft-journal.de, 2017]

Výhodami tohoto systému může být snadná komunikace přes levné integrované síťové rozhraní, otevřená instalace na standardních PC platformách, nižší náklady na školení díky známému prostředí Simatic S7, vysoká účinnost řešení aplikací typických pro PC (business software jako MS Office, vlastní firemní uživatelské software, C++, atd.) a automatizačních úloh v jediném systému. Další předností popisovaných systémů je vedle výkonnosti, spolehlivosti a otevřenosti i jejich začlenění do koncepce TIA (Totally Integrated Automation - Plně integrovaná automatizace) společnosti Siemens. Tím je zaručena jak jejich bezproblémová spolupráce s ostatními prvky automatizační techniky z nabídky společnosti Siemens, tak i uživatelský komfort. I systém Simatic WinAC se totiž spravuje prostřednictvím rozšířeného a známého vývojového prostředí Step 7 a pracuje se s ním stejně jako se standardními PLC.

Předem připravené diagnostické webové stránky umožňují snížit náklady na diagnostiku a současně dosáhnout větší dostupnosti technologického zařízení. Řídicí systém lze tudíž diagnostikovat i bez použití vývojového prostředí Step 7. Systém

Simatic WinAC RTX rovněž obsahuje funkce protokolu Profinet jako izochronní mód, Shared Device a Media Redundancy Protocol. Systém lze používat na vestavných systémech a na počítačích skupiny Simatic IPC i dalších PC, v nichž je podporována ethernetová čipová sada pro systém Profinet IO.

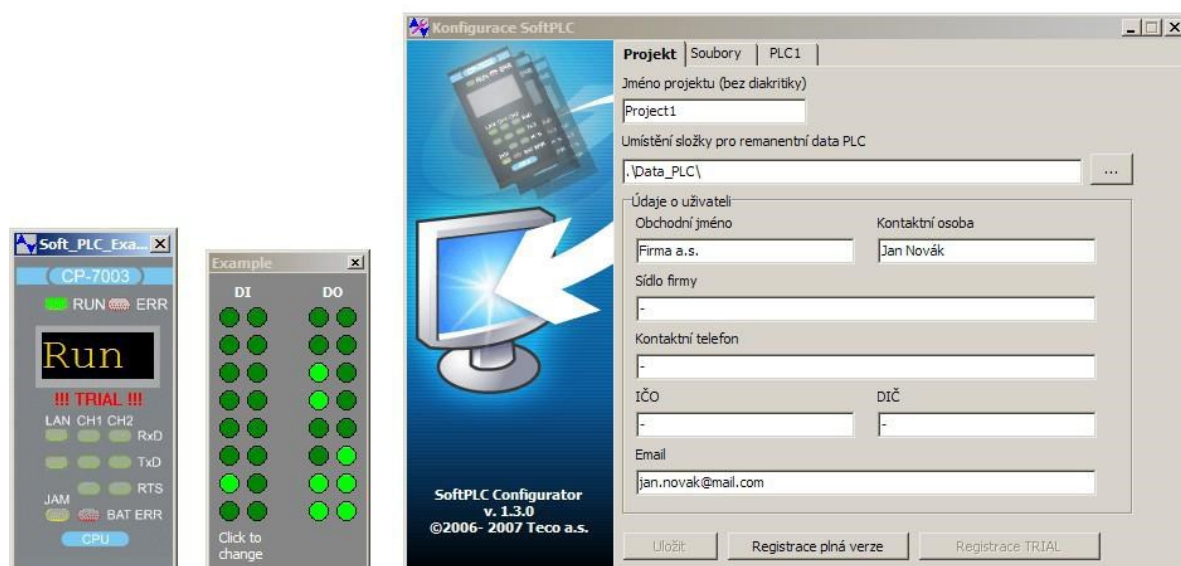


Obr. 13 – Příklad konfigurace řízení s WinAC RTX. [riverplus-automation.com, 2017]

3.5 Teco – SoftPLC + Mosaic

Společnost Teco je od roku 1996 přední český výrobce průmyslových řídicích systémů kategorie PLC, které jsou vyvíjeny, vyráběny a testovány podle mezinárodních standardů. Orientaci na mezinárodní technické standardy podtrhuje svým členstvím v organizaci PLCopen, která má za cíl rozvíjet a prosazovat normu IEC 61131-3. Společnost má pro vývoj PLC a dalších automatizačních systémů k dispozici vlastní výrobní a vývojové kapacity a trvale zajišťuje školení a výcvik svých HW a SW techniků a vývojových inženýrů. Teco se zaměřuje na širokou škálu aplikací, na oblast procesů (např. galvanizačních linek, chemické provozy, ropné hospodářství, potravinářství, energetika, optimalizace spotřeby a mnoho dalších), dále na budovy (např. řízení budov, spalování biomasy, klimatizace, bazénové technologie, kotle, vzdálený dohled, atp.). Dále stroje (např. výrobní linky, lisy, větrné elektrárny, zpracování dřeva, a další) a v neposlední řadě na dopravu (např. řízení tunelů, tramvaje, dopravní značení, informační systémy, atp.). [tecomat.com, 2017]

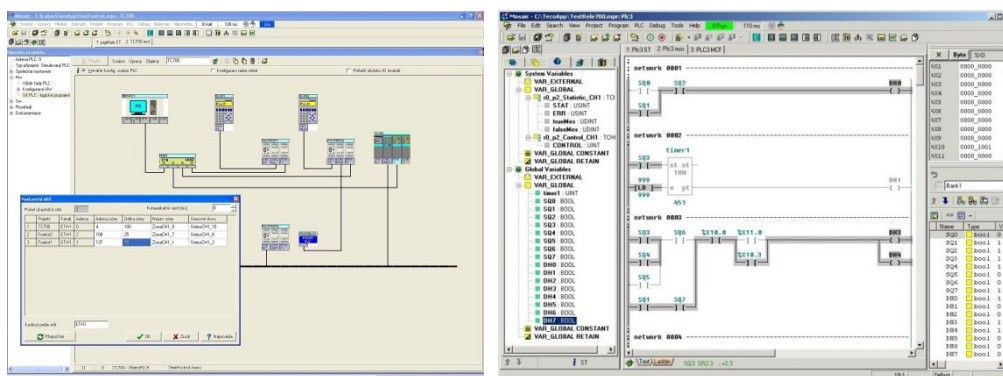
Dnes na trhu souběžně existují řešení na bázi PLC a IPC a většina světových výrobců má v nabídce obě platformy. Touto cestou jde i Teco a má tak v nabídce kromě dvou klasických PLC TC700 a Foxtrot, také SoftPLC. SoftPLC od Teco je software pro MS Windows, běžící jako jedna z úloh na PC. Všechny 3 platformy jsou shodně programovatelné v prostředí Mosaic.



Obr. 14 – Konfigurace SoftPLC společnosti Teco. [emeagateway.eu, 2017]

Mosaic je komplexní vývojový nástroj pro programování běžných i náročných aplikací systémů Tecomat. Umožňuje tvorbu a odladění programů, malé i rozsáhlé projekty zahrnující i více PLC v síti řídicích systémů či vzdálených I/O modulů. Využívá řadu moderních technologií. Programování odpovídá normě IEC61131-3. Součástí prostředí jsou nástroje pro tvorbu webových stránek, displejů operátorských panelů, návrh a ladění PID regulátorů, diagnostiku systémů, logování dat atd.

SoftPLC je produkt běžící pod Windows, který umožňuje spustit na PC jednu nebo i více úloh s funkcí programovatelného automatu kompatibilního PLC z řady TC700 nebo Foxtrot. Slouží pro účely vývoje, testování a simulací PLC aplikací bez nutnosti v dané chvíli mít k dispozici reálný hardware. Simulátor obsahuje mj. i WEB server, dostupný na IP adrese, kterou je možno nastavit utilitou "Konfigurace SoftPLC". Lze simulovat i přenosy dat po Ethernetu nebo sériových linkách a přitom využívat HW komunikačních kanálů dostupných na PC. Paměť PLC (nazývaná Zápisník) je vytažena do DLL knihovny a je zpřístupněna pro externí aplikace. Uživatel si tak může napsat vlastní utility využívající nebo simulující výměnu dat s PLC. Této vlastnosti se využívá i pro spojení SCADA Reliance se všemi PLC v otevřeném SoftPLC projektu. Na jednom PC tak lze vytvářet kompletní simulátory řízeného procesu včetně jejich komfortní vizualizace.



Obr. 15 – Programovací prostředí Mosaic. Vlevo CFC, vpravo LD programování. [tecomac.com, 2017]

Program funguje jako virtuální PLC. SoftPLC emuluje v PC s OS Windows funkce řídicího systému Tecomat TC700, konkrétně verze CPU CP-7003. K dispozici je ve dvou variantách – placené plné verzi a bezplatné verzi TRIAL, u které je funkčnost omezena na 4 hodiny běhu PLC při každém spuštění. Základní povinnou částí instalace jsou soubory, které obsahují vlastní výkonný program SoftPLC a konfigurační nástroj ConfigSoftPLC. Konfigurační nástroj se instaluje do složky vybrané uživatelem v instalačním programu. Výkonný program SoftPLC společně s konfiguračními soubory se instaluje do společné složky všech uživatelů daného počítače „Data Aplikací“. SoftPLC také obsahuje předinstalovanou demo aplikaci napsanou v prostředí Mosaic.

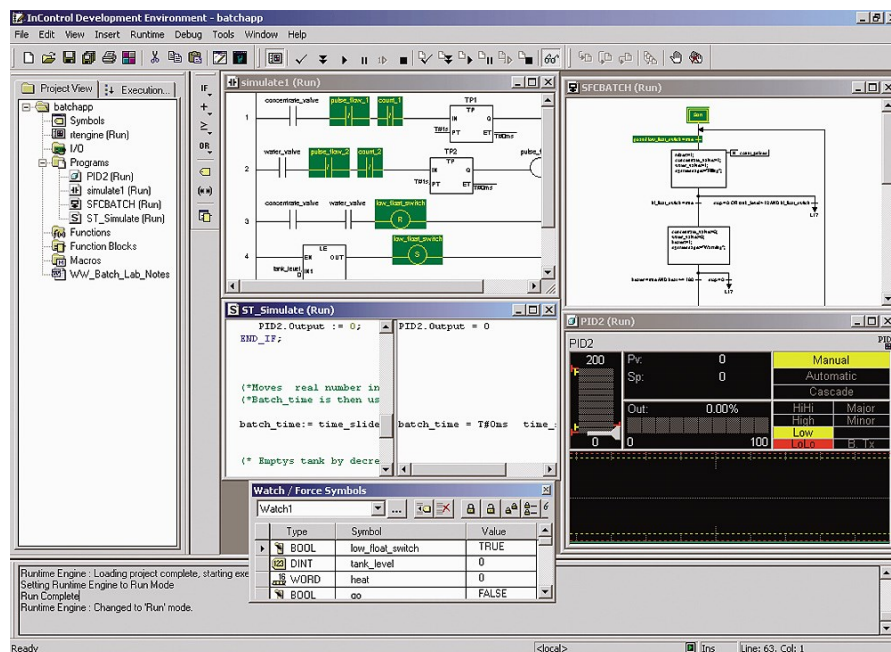
Aplikace SoftPLC tak skutečně pouze zastupuje fyzickou platformu PLC a veškeré programování a řízení je vedeno z klasické Teco programovací aplikace Mosaic. Tato nabízí programování pomocí strukturovaného textu (ST), funkčních blokových diagramů (FBD – Functional Block Diagram), pokročilého grafického programování (CFC – Continuous Function Chart), reléového schématu (LD – Ladder Diagram) a instrukčního jazyka (IL – Instruction List). Pro vizualizaci je v aplikaci Mosaic vestavěný WebMaker pro tvorbu vestavěných stránek a online komunikaci se SCADA Reliance. Pro usnadnění práce s tímto softwarem jsou tak zahrnuty knihovny funkčních bloků, Project Manager pro správu projektu a PanelMaker pro HMI panely.

SoftPLC od společnosti Teco může být použito například pro vývoj a ověření aplikačních programů PLC, vývoj a testování aplikačních knihoven nebo výuku a testování specifických programovacích technik nezbytných pro řízení konkrétních strojů a technologií.

3.6 Wonderware - InControl

Společnost Wonderware je součástí korporace Schneider Electric a od roku 1999 se specializuje na průmyslový software. Nejznámějším produktem z rodiny Wonderware je bezesporu vizualizační prostředí InTouch, jedno z nejpoužívanějších a nejrespektovanějších svého druhu. Kromě toho ale Wonderware také dále nabízí IIM (Industrial Information Management – řízení průmyslových informací), což je v podstatě set dataminingových a databázových balíčků, dále na MOM (Manufacturing Operation Management – řízení výrobních operací) což je kontrolní řídicí systém, který zahrnuje optimalizační zařízení, procesní kontrolu a personální kontrolní zařízení. Dále již zmíněné HMI systémy a SCADA, do kterých již spadá InControl.

Produkty Wonderware jsou používány v různých průmyslových odvětvích, především v automotive, důlním kovozpracujícím průmyslu. Dále se soustředí na potravinářství, oblast ropy a zemního plynu, chemický průmysl, energetiku, vodní a odpadní zařízení.



Obr. 16 – Operační prostředí Wonderware InControl. [iamgroup.com, 2017]

Wonderware InControl je softwarový systém s otevřenou architekturou pro přímé řízení v reálném čase, pracující pod operačním systémem Windows NT. Umožňuje vyvíjet, ladit a provozovat programy pro aplikace logického, procesního a mezioperačního řízení včetně simulace řízených soustav. Nabízí moderní integrované řešení Soft PLC, nahrazující uzavřené vlastnické řídicí systémy na bázi PLC otevřenou architekturou na bázi PC a moderních otevřených komunikačních sběrnic (Open Device Networks), jako je Profibus DP a PA, Interbus-S, DeviceNet, ASI aj. Tato koncepce přináší snížení ceny při zvýšení výkonnosti, snadné možnosti propojení a rozšíření.

Přínosem pro výrobce OEM (Only Equipment Manufacturer) může být zejména možnost připojit aplikaci současně k více I/O systémům, flexibilní editace a využití technologie ActiveX. Pro aplikace logického a procesního řízení je výhodou podpora distribuovaných modulů - PID regulace, snadná implementace fuzzy regulace a vysoký počet I/O proměnných.

InControl nabízí programování pomocí strukturovaného textu (ST – Structured Text), sekvenčního funkčního diagramu (SFC - Sequential Function Chart), intuitivní simulační prostředí, OPC komunikaci (Open Platform Communication - Otevřená komunikační platforma).

InControl rozšiřuje možnosti řízení i podporou běhu řídicích aplikací na platformě Windows Embedded, podporuje použití hotových komponentů ActiveX (jakým je např. PID objekt) a umožňuje použít i vlastní uživatelsky definované objekty.

S distribuovaným řízením založeným na technologii DCOM, s editory programů kompatibilními se standardem IEC 61131-3 (jazyky LD, SFC, ST, RS-274D) a standardní ethernetovou komunikací umožňuje InControl vytvořit řídicí systém přesně odpovídající dané potřebě.

Při použití ve spojení s dalšími produkty Wonderware, InControl poskytuje pokročilé skriptování a real-time programování s výkonnou komunikací.

4 Využití Soft PLC

Soft PLC postupně splynuly s tradičními PLC, mnohdy nejsou ani považovány za samostatnou kategorii. Centrální moduly mnohých PLC (modulárních i kompaktních) jsou tvořeny výkonným počítačem a pak je jen otázkou obchodní strategie, zda bude daný celek pojmenován jako PLC nebo Soft PLC. [Šmejkal L., Automa.cz, 2012]

4.1 Oblasti využití

Oblasti využití Soft PLC se prakticky nijak neliší od oblastí využití konvenčního PLC. Jedná se v podstatě o stejný systém. Záleží ale na povaze úlohy, pro kterou je jeho užití zvažováno. Výrobci uvádí jeho užití ve velmi široké škále oblastí, musí se ale vzít v potaz jeho nevýhody, jako nižší spolehlivost, robustnost nebo výkonnost.

Soft PLC může fungovat (a v mnoha případech je právě takto využíváno) jako simulační program například ve školách. Takže k prostředí, z kterého je PLC programováno, si studenti spustí navíc simulátor PLC – Soft PLC (například Teco), fyzické PLC tak není potřeba. V tomto ohledu je to výhodné také proto, že než aby studenti stále dokola nahrávali program do PLC, z onoho programu si spustí simulátor – Soft PLC.

Například Soft PLC Rex je používáno v automobilovém průmyslu, energetice či pro laboratorní modely a aplikace nebo virtuální laboratoře. Konkrétně byl tento software úspěšně použit například pro experimentální jaderný reaktor, kdy regulátor výkonu sloužil k tomu, aby vnitřně nestabilní jaderný reaktor sledoval požadovanou hodnotu výkonu. Systém Rex byl použit pro návrh a implementaci regulátoru výkonu experimentálního reaktoru, testována byla původní strategie selektorové regulace výkonu na zjednodušeném fyzikálním modelu reaktoru. Výsledkem byla téměř dokonalá shoda skutečného reaktoru s modelem.

Soft PLC společnosti Teco je pak typickým příkladem simulačního využití těchto softwarů. V hojné míře se využívá na školách a obecně pro simulaci funkce PLC. Využívá se tedy pro účely vývoje, testování a simulací PLC aplikací bez nutnosti v dané chvíli mít k dispozici reálný hardware.

4.2 PLC versus Soft PLC

Programovatelné automaty a veškeré jejich verze, patří ve strojírenství stále k nejdůležitějším a nejčastěji používaným zařízením zajišťujícím automatické řízení strojů a strojních zařízení. Požadavky na jejich vybavení a výkonnostní parametry v čase neustále rostou. Výrobci strojů a výrobních zařízení kladou na programovatelné automaty určené k použití ve strojírenství stále vyšší technické požadavky a hodně záleží na konkrétním použití (standardní PLC, PLC vestavěné v pohonu, embedded PLC a nebo právě Soft PLC). Ve většině případů bývá klíčovým požadavkem funkční bezpečnost (spolehlivost) a přehledné, pohodlné ovládání stroje (HMI, MC). Pro téměř všechny uživatele je důležitá velká rychlost provádění instrukcí, kapacita paměti a vybavení automatu rozličnými komunikačními rozhraními. [Kabeš K., Automa.cz, 2010]

PLC je hardware, „krabice“, zkratka fyzická věc, fyzický PLC automat. Naopak Soft PLC znamená, že si uživatel z nějakého systému – IPC, PC, notebook, Arduino, Raspberry Pi - udělá jen za pomoci softwaru vlastní PLC automat.

Zásadní rozdíl pak je v tom, že klasický PLC automat je daleko robustnější a stabilnější, neobsahuje žádný operační systém. Operační systém je nestabilní a představuje tak nadměrné bezpečnostní riziko. PLC nejsou osazena operačním systémem, protože fungují jen jako výkonný počítač, jako platforma. Principem Soft PLC oproti tomu je, že v operačním systému je nahraný software, který „simuluje“ systém PLC. V podstatě je tímto systémem přímo v operačním systému počítače a jednoduché platformy. Je to vlastně emulátor PLC softwaru.

V klasickém PLC také běží proměnná a celý program, ale drží se pouze ve smyčce „main“, takže se pouze naloguje tato smyčka a běží stále dokola. Při jakékoli chybě, tato smyčka stále poběží. Kdežto v případě Soft PLC použitá platforma (Raspberry Pi, IPC, PC,...) obsahuje celý operační systém, celý běh programu probíhá na tomto systému.

Takže se dá zjednodušeně říci, že Soft PLC je softwarová simulace funkce PLC automatu. Tam se poté zadá nějaké blokové schéma, nakompiluje se do něho a tento software se stává PLC automatem, i když fyzicky to PLC není. Fyzicky se pouze využívají vstupy a výstupy konkrétní použité platformy, s kterými poté Soft PLC přímo komunikuje. PLC je klasický hardware a Soft PLC je „pouze“ z nějakého libovolného zařízení emulovaný software PLC.

Soft PLC jsou tedy samostatnou třídou řídicích systémů. Lze je charakterizovat jako PLC na bázi počítače. Jejich provedení je různé – od tradičního stolního PC se sériově připojeným systémem periférií až po různé varianty počítačů (IPC, PC) v modulárním provedení nebo se sériově připojeným systémem periférií. Spojuje je způsob programování, shodný s programováním ostatních PLC.

Zjednodušeně by se dalo říct, že důvod k použití Soft PLC je ušetřit náklady na hardware.

Soft PLC mají několik významných výkonnostních výhod. Například velikost programu je téměř neomezená, počet vytvořitelných programů a souborů je také obrovská a celkově je velice rychlý zkrátka proto, že CPU osobního nebo dokonce průmyslového počítače je výkonnější. Existují totiž aplikace, které jsou velmi náročné na procesor. To je přesně druh aplikace, pro kterou použití Soft PLC na stolním počítači či lépe na průmyslovém počítači může být lepší variantou. Nástup vysokorychlostního ethernetu velice pevně a rychle propojuje PLC s jejich HMI panely, takže i tato výhoda Soft PLC se postupně ztrácí. Většinu větších aplikací lze totiž snadno rozdělit na menší funkčně samostatné části, což dává možnost rozložit zátěž mezi více PLC procesorů. Navíc na takové úrovni velikosti systému a integrace, povaha aplikace obvykle vyžaduje vysokou úroveň bezpečnosti řízení, což může jít proti Soft PLC. Pro některé aplikace vyžadující opravdu vysokou a rychlou výkonnost integrovanou do jednoho CPU, je Soft PLC vhodnější.

Použití Soft PLC může zabodovat v oblasti komplexnosti. Například zápis historických dat do databáze na vzdáleném serveru je při použití Soft PLC velice snadný a rychlý. Samotné programování PLC bez použití PC je sice možné skrze HMI panel, rozhodně ale není tak pohodlné jako při použití PC a v tomto ohledu Soft PLC nabízí snazší variantu. Zkrátka i to nejlepší a nejpokročilejší PLC je nakonec závislé na použití PC. V mnoha případech je tedy jednodušší a levnější použít Soft PLC, když systém stejně potřebuje standardní PC v ohledu na některé aspekty jeho funkčnosti. Řízení založené na PC může tedy být dobrým řešením pro komplexnější systémy. Na druhou stranu, v současné době jsou konvenční PLC na takové úrovni, že by se muselo jednat o neobvyklou kombinaci velmi velkého programu s obrovskými požadavky na rychlost a komplexnost integrace dat s ostatními databázemi, aby se dalo říci, že PLC není dostatečnou variantou.

Dále je také třeba vzít v potaz spolehlivost. Všeobecně se konvenční PLC těší větší podpoře právě kvůli spolehlivosti. Z velké části jde jen o paranoiu programátorů, kteří nechtějí věřit programu běžícím na standardním PC. Zamrzání, nutnost restartování, rebootování, nebo jen prostá chyba v komunikaci například při vložení USB disku mohou skutečně způsobit zpomalení aplikací běžících na takovém PC. Soft PLC je ale míněno k použití převážně na IPC nebo na dostatečně výkonných PC využívajících „okleštěné“ vložené (embedded) operační systémy. Na druhou stranu ale PLC disponuje nezanedbatelnou výhodou samostatnosti. Program na něm běžící není závislý na PC a proto PC, přes který je programován může být vypnut, restartován, rebootován a na procesu se to nijak nepodepíše.

Která automatizační koncepce je tedy nejlepší – klasický systém PLC, řízení pomocí PC, nebo integrované do obslužného panelu. Jestli nasadit tzv. hard- PLC nebo Soft PLC, zda je lepší spíše centralizovaný nebo distribuovaný systém. Každý z principů má v té či jiné úloze své opodstatnění a zákazník by měl mít při volbě volné ruce pro své rozhodování. Zcela jednoznačně tak vítězí otevřené systémy, které dovolují podle povahy daného řešení zvolit vhodnou koncepci. Zásadní úlohu přitom hraje univerzální vývojové prostředí, které dokáže všechny možné konfigurace a cílové platformy navzájem integrovat. Rovněž by mělo být možné změnit zvolenou strategii i v průběhu projektu, jestliže se ukáže, že původně zamýšlené řešení má své slabiny a jiné by bylo výhodnější. Další neméně důležitou vlastností je jednoduchost programování, kompaktnost, jednoduchá a transparentní správa projektu bez ohledu na jeho složitost. [Jan Ohrál, B+R automatizace, Automa.cz, 2008]

5 Propojení Soft PLC Rex s platformou Raspberry Pi

Řídicí systém Rex podporuje jako svá cílová zařízení platformy IPC, PC či notebooky a Raspberry Pi. Platforma IPC je doporučena a typicky používána jako komplexní řídicí systém s distribuovaným sběrem dat na operačním systému GNU Linux, PC pak převážně jako laboratorní měřicí a řídicí systém na operačním systému Windows 7, 8 či 10 a RPi je typicky používáno jako jednoduchý řídicí systém nebo jednotka pro sběr dat využívající operační systém Raspbian, GNU Linux přizpůsobený výhradně pro RPi a další jeho mutace.

Propojení Soft PLC společnosti Rex Controls a platformy Raspberry Pi je možné dvěma způsoby. Soft PLC je možné zprovoznit přímo na PC nebo notebooku a RPi využívat jen jako médium, nebo spustit Rex přímo v RPi. V takovém případě odpadá nutnost vlastního PC či notebooku, jelikož RPi je po instalaci operačního systému schopno pracovat naprosto samostatně.

5.1 Banana Pi a Raspberry Pi

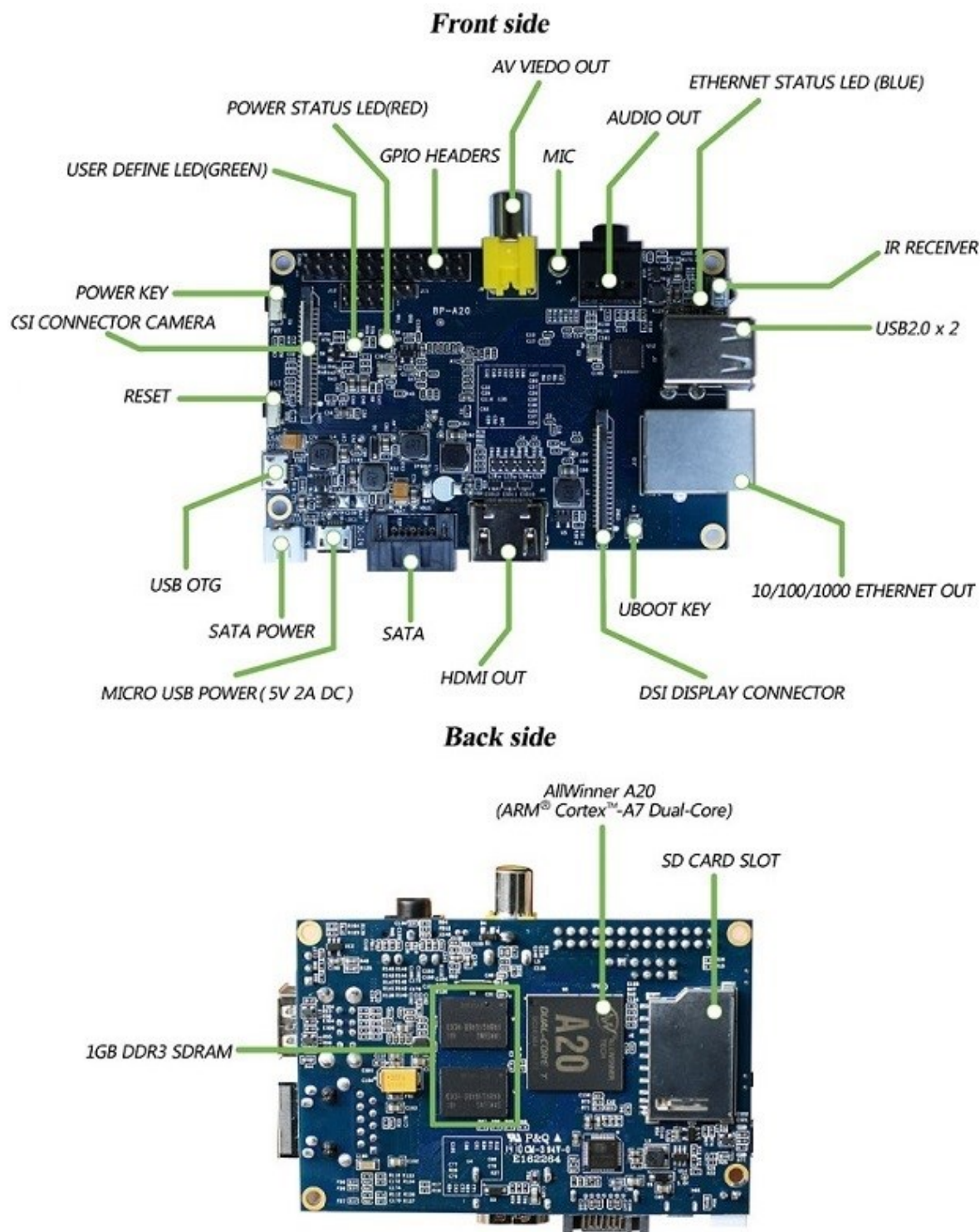
Původně zvažovanou platformou pro použití v této diplomové práci, bylo **Banana Pi** Čínské společnosti LeMarker, principiálně stejná platforma jako Britská Raspberry Pi od Raspberry Pi Foundation.

V pozdější fázi projektu však musela být nahrazena právě platformou **Raspberry Pi**.

5.1.1 Banana Pi M1

Původně zvažovaná platforma BPi je tedy založena na RPi, které bylo předně vyvinuto k podpoře výuky základní informatiky ve školách a na univerzitách. Jedná se o malý jednodeskový, jednočipový počítač s deskou plošných spojů, srovnatelný se slabším PC.

Tento počítač je schopen zvládnout funkci NASu, routeru, Wi-Fi AP i domácího serveru. Běží na něm běžná linuxová distribuce, do které je možno doinstalovat libovolný software. Díky výkonnému dvoujádrovému CPU není nutné se omezovat na úsporné serverové aplikace. Může se pochlubit gigabitovým ethernetovým portem a kromě USB také konektorem SATA 2.0, který lze využít pro přímé připojení disku. Dalším rozdílem mezi Rpi a Bpi je externí úložiště. Zatímco Rpi využívá na všech svých platformách MicroSD karty, Bpi pak disponuje slotem na klasické SD karty.



Obr. 17 – Banana Pi M1 rozhraní. [banana-pi.org, 2017]

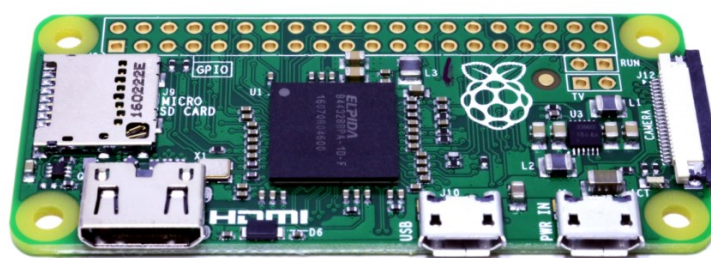
Nevýhodou výkonnějšího CPU je, že Bpi M1 na rozdíl od Rpi bohužel nepodporuje operační systém Windows 10 IoT. Z toho důvodu nebylo možné vyzkoušet jednu z variant systému REX – použití Bpi jako platformy i jako IPC, namísto toho byl použit pouze jako platforma s použitím notebooku jako programovací platformy.

CPU	A20 ARM Cortex-A7™ Dual-core
GPU	ARM Mali-400 MP2 s otevřeným GL ES 2.0/1.1
Paměť	1 GB DDR3 SDRAM
Úložiště	SD Card(up to 64GB)/SATA(up to 2TB)
Síť	10/100/1000 Ethernet RJ45
Video In	CSI vstup pro video kamery
Video Out	HDMI,CVBS,LVDS/RGB
Audio Out	3.5 mm Jack a HDMI
Audio In	Integrovaný mikrofون
Zdroj	Micro USB
USB Porty	2x USB 2.0
Tlačítka	Reset: vedle Micro Usb
	Power: vedle Reset
GPIO	GPIO, UART, I2C Bus, SPI Bus
	CAN bus, ADC, PWM, +3.3v, +5v, ground
LED	Power key a RJ45
OS	Android, Raspbian, Ubuntu, OpenSUSE, Debian, Bananian

Tab. 1 – Specifikace Banana Pi M1.

5.1.2 Raspberry Pi zero

Raspberry Pi zero je jednou z prvních generací produktů společnosti Raspberry Pi Foundation. Jedná se, stejně jako u Banana Pi, o malý jednodeskový, jednočipový počítač s deskou plošných spojů. Zároveň disponuje zabudovaným A/D převodníkem.



Obr. 18 – Raspberry Pi zero.

I přes nízkou cenu a malé rozměry je ale tento model vybaven silnějším procesorem, než měl originální model Raspberry Pi a může posloužit jako základ pro počítač, na němž poběží systém kompatibilní s architekturou ARM. Jako obvykle se vyrábí přímo ve Walesu a může spolupracovat s dalšími modely Raspberry Pi a dalšími doplňky [Jan Vítek, svethardware.cz, 2015].

Mezi oběma platformami Banana Pi a Raspberry Pi není velký rozdíl. Zásadní je ve velikosti a samotných hardwarových a softwarových specifikacích uvedených v tabulkách 1 a 2.

CPU	1GHz ARM11 Broadcom CPU
GPU	Videocore IV
Paměť	512MB
Úložiště	MicroSD card slot
USB porty	1 x microUSB
Video In	CSI vstup pro videokamery
Video Out	Mini-HDMI
Napájení	Micro USB
GPIO	40-pin GPIO header, SPI, I2C
OS	Linux

Tab. 2 – Specifikace Raspberry Pi zero.

Sluší se ale uvést, že Raspberry Pi bylo vyvinuto jako první a jedná se tak o originál, na jehož principu bylo posléze uvedeno na trh hned několik velmi podobných systémů, například Banana Pi, Beagle Bone, Odroid, Orange Pi či Pine.

5.2 Konfigurace Banana Pi a Raspberry Pi

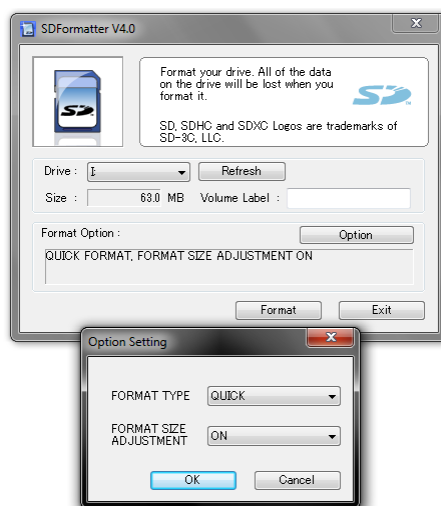
Pro konfiguraci BPi nebo RPi je nutné nejdříve zajistit potřebné komponenty – (mini)SD kartu s minimálním úložným prostorem 8GB a rychlostní třídou alespoň 10, monitor pokud možno s HDMI výstupem, popřípadě VGA + adaptér. Dále drátovou USB klávesnici a myš, napájecí MicroUSB kabel (takový, který poskytne alespoň 5V/2A) a dále připojení k internetu pomocí ethernetového kabelu.

Na SD kartu musí být poté nahrán operační systém. Toto je vysvětleno a popsáno v následujících krocích.

Formátování karty

SD karta musí být správně formátována pomocí konkrétního software SDFormatter, který je volně ke stažení na sdcard.org. Pro formátování SD karty jsou tři způsoby v závislosti na tom, z jakého operačního systému je formátování prováděno. V tomto případě bylo použito PC s OS Windows, takže popsán bude jen tento způsob.

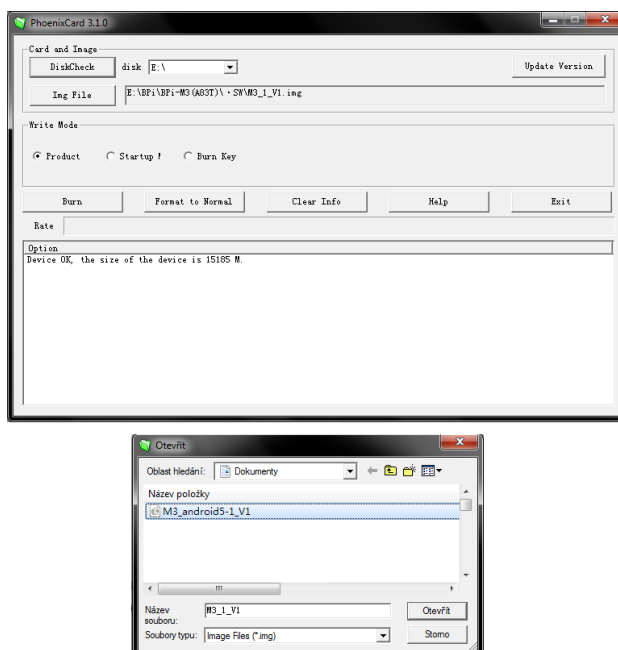
Po vložení karty do PC a spuštění software se v záložce „Option“ zvolí „Format Type“ na Quick a „Format Type Adjustment“ na ON. Dále už se jen stikne „OK“ a počká na naformátování.



Obr. 19 – Formátování SD karty.

Operační systém

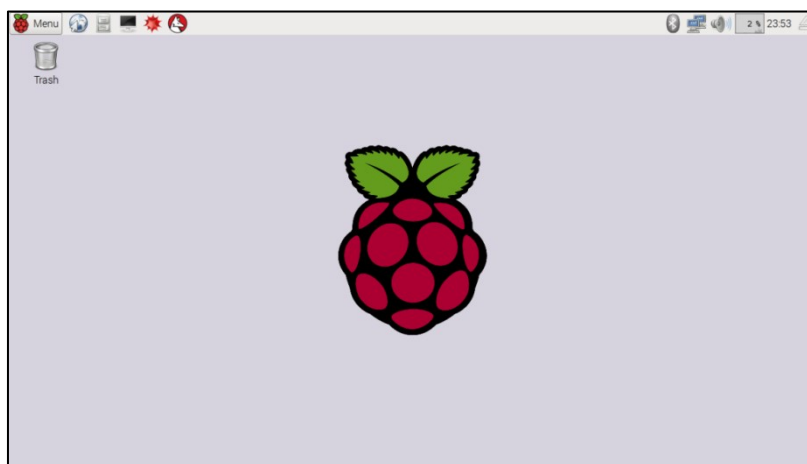
Dalším krokem je instalace operačního systému na SD kartu. Z webových stránek výrobců je nutno stáhnout požadovaný OS, v našem případě **Raspbian Jessie**. Tento soubor je po rozbalení nutno na SD kartu „zapsat“ neboli vypálit. K tomu poslouží další volně stažitelný software PhoenixCard. Přes pole „DiskCheck“ je vybráno SD úložiště a v „Img File“ předem stažený obraz OS. Tlačítkem „Burn“ je pak spuštěn zápis OS na SD kartu.



Obr. 20 – Zápis operačního systému na SD kartu.

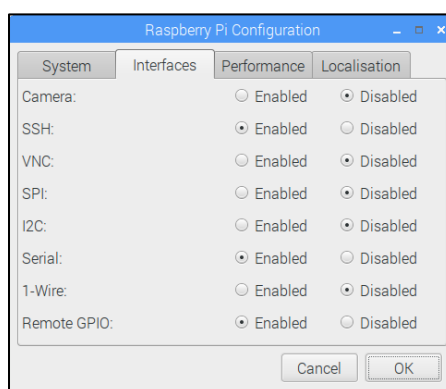
Spuštění Raspberry Pi (Banana Pi)

Pak už je veškerá příprava hotova a je možné Pi spustit. Nejprve se tedy musí předem připravená SD karta vložit do slotu umístěného na spodní straně Pi. Poté se připojí HDMI monitor, USB klávesnice a myš, ethernetový kabel s připojením k internetu (toto je v tomto případě nutné hlavně z důvodu pozdější instalace RexCore) a jako poslední se připojí napájecí kabel. Pokud je vše v pořádku a správně zapojeno, Pi se během několika málo minut spustí.



Obr. 21 – Základní uživatelské rozhraní operačního systému Raspbian Jessie na platformě Banana Pi či Raspberry Pi.

Po úspěšném nainstalování operačního systému a prvním spuštění, je pro další práci nutné nastavit komunikační protokoly. Toto se provede kliknutím na symbol maliny, dále „Preferences“ a „Raspberry Pi Configuration“. Potom je třeba zaškrtnout SSH, Serial a Remote GPIO.



Obr. 22 – Nastavení komunikačních protokolů Raspberry Pi.

Pro bezpečné vypnutí Pi slouží příkaz zadávaný do příkazového řádku OS „sudo halt“ nebo „sudo shutdown“. Tímto způsobem je operační systém bezpečně vypnut. V případě BPi je ještě nutné vypnout celou platformu stisknutím a podržením Power Key tlačítka po dobu 5 sekund. RPi tímto tlačítkem nedisponuje a vypne se samo.

5.3 Instalace a konfigurace Soft PLC Rex

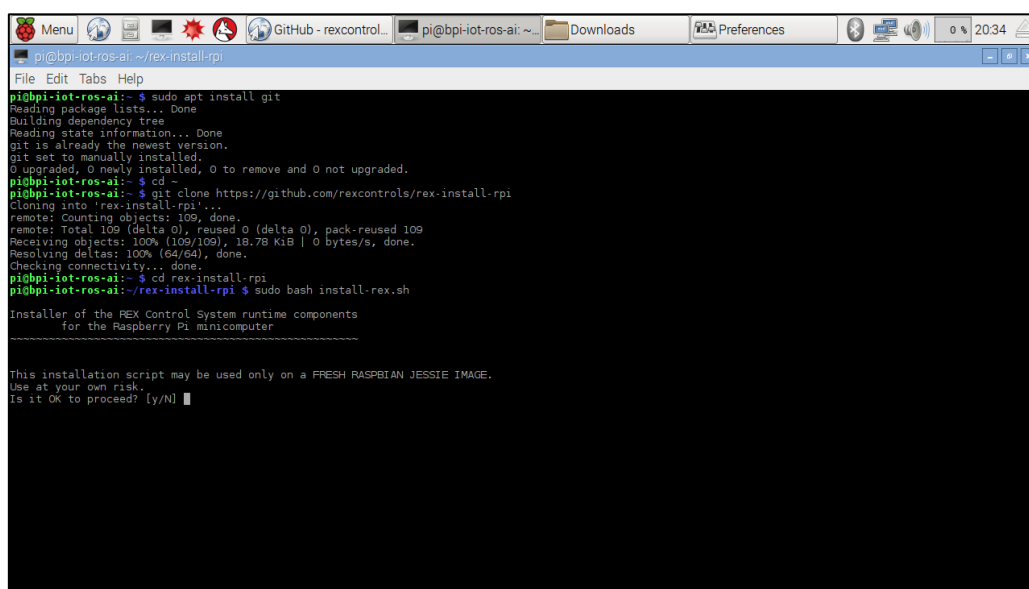
Výkonná platforma Pi je připravena k použití, dalším krokem je tedy zprovoznění Soft PLC Rex.

Instalace RexCore do Pi

Existují dva způsoby, jak nainstalovat RexCore do Pi. Spuštěním Pi a instalací přímo v jeho OS pomocí příkazového řádku nebo propojením PC a Pi a instalace pomocí software PuTTY. Tento druhý způsob je vhodný zejména v případech, kdy není k dispozici monitor. Samotná instalace pak probíhá v obou případech pomocí klasických linuxových příkazů. V tomto případě byla použita první varianta – instalace přímo přes OS Raspbian.

Nejprve je třeba spustit Pi, po načtení OS je nutno připojit ethernetový kabel s připojením k síti. Pak po spuštění příkazového řádku začíná zadávání příkazů.

1. „sudo apt instal git“
2. Dále zvolení domovského adresáře „cd“
3. Stažení nejnovějších instalačních skriptů:
„git clone https://github.com/rexcontrols/rex-install-rpi.git“
4. Změna pracovního adresáře „cd rex-install-rpi“
5. Instalační skript „sudo bash install-rex.sh“
6. Restartování Pi, pokud o to operační systém žádá.

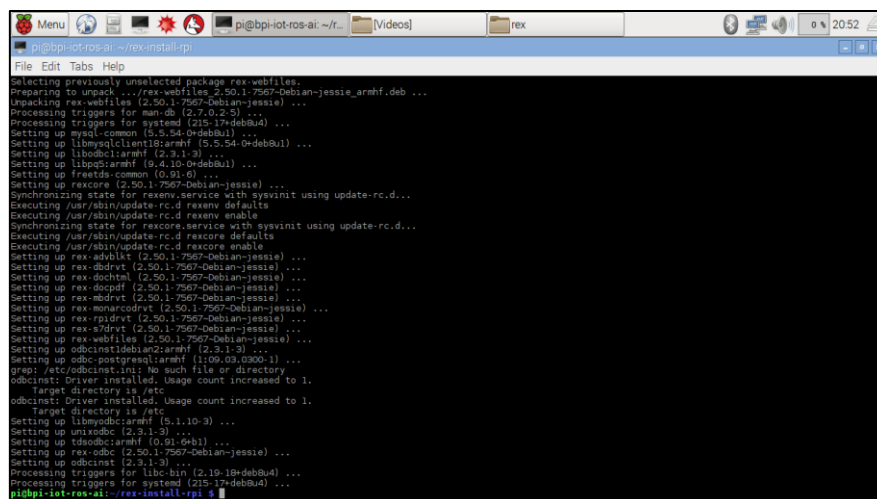


```
pi@bpi-iot-ros-ai: ~/rex-install-rpi
File Edit Tabs Help
pi@bpi-iot-ros-ai:~$ sudo apt install git
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
git is already the newest version.
git set to manually installed.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
pi@bpi-iot-ros-ai:~$ cd -
pi@bpi-iot-ros-ai:~$ git clone https://github.com/rexcontrols/rex-install-rpi
Cloning into 'rex-install-rpi'...
remote: Counting objects: 109, done.
remote: Total 109 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 109
Receiving objects: 100% (109/109), 18.78 KiB | 0 bytes/s, done.
Resolving deltas: 100% (64/64), done.
Checking connectivity... done.
pi@bpi-iot-ros-ai:~$ cd rex-install-rpi
pi@bpi-iot-ros-ai:~/rex-install-rpi$ sudo bash install-rex.sh

Installer of the REX Control System runtime components
for the Raspberry Pi minicomputer

~~~~~
This installation script may be used only on a FRESH RASPBIAN JESSIE IMAGE.
Use at your own risk.
Is it OK to proceed? [y/N]
```

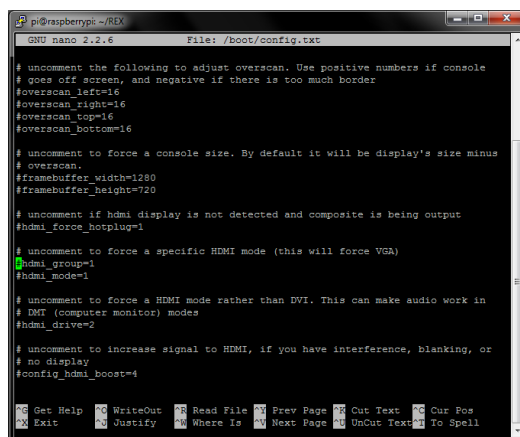
Obr. 23 – Úvod instalace RexCore do Raspberry Pi či Banana Pi v operačním systému Raspbian Jessie.



Obr. 24 – Průběh instalace RexCore do Raspberry Pi či Banana Pi v operačním systému Raspbian Jessie.

Instalace ovladačů senzorů do Raspberry Pi (Banana Pi)

Nejprve je třeba spustit Pi a po načtení OS je nutno připojit ethernetový kabel s připojením k síti. Instalace probíhá opět pomocí klasických linuxových příkazů, v tomto případě byl však zvolen způsob instalace z PC přes PuTTY. Jedná se o „jednodrátové senzory“, takzvané w1 senzory (one-wired sensor). Pro všechny takovéto senzory je postup instalace obdobný. Po spuštění příkazového řádku začíná zadávání příkazů.



Obr. 25 – Instalace ovladačů senzorů – konfigurační soubor.

1. Nejprve je třeba otevřít konfigurační soubor.

„sudo nano /boot/config“

2. Dále se na konec souboru přidá řádek:

„dtoverlay=w1-gpio,gpiopin=4,pullup=off“

3. Uložení souboru stiskem „ctrl+x“, potvrzení „Y“ a návrat pomocí „Enter“

Následující kroky jsou vyžadovány softwarem REX, který potřebuje takzvaný OWFS balíček ke zpřístupnění dat z jednodrátových senzorů teploty. V dalších krocích je tedy uvedena instalace ovladačů systému REX.

4. Příkaz „sudo apt-get install rex-owsdrv ow-shell“ spustí instalaci.
5. Dále je třeba otevřít a upravit konfigurační soubor.
„sudo nano /etc/owfs.conf“
6. Pomocí „#“ je třeba zakomentovat následující řádky:

```
„!server: server = 127.0.0.1:4304“
```

„allow other“

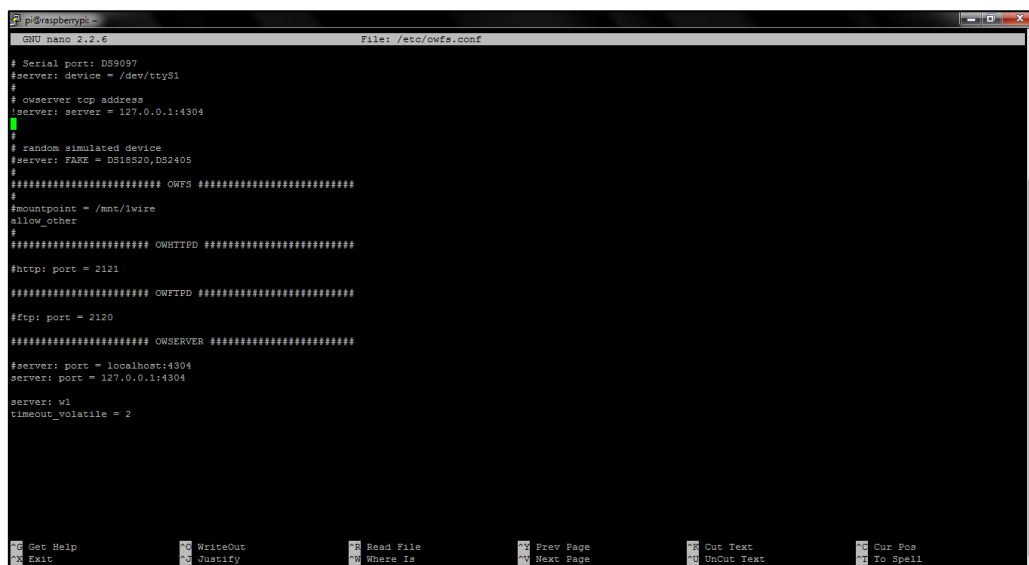
```
„server: port = 127.0.0.1:4304“
```

A přidat tyto řádky:

```
„server: w1“
```

```
„server: port = 127.0.0.1:4304“
```

7. Nakonec je ještě třeba restartovat „owserv“ pomocí příkazu:
„sudo /etc/init.d/owserv restart“

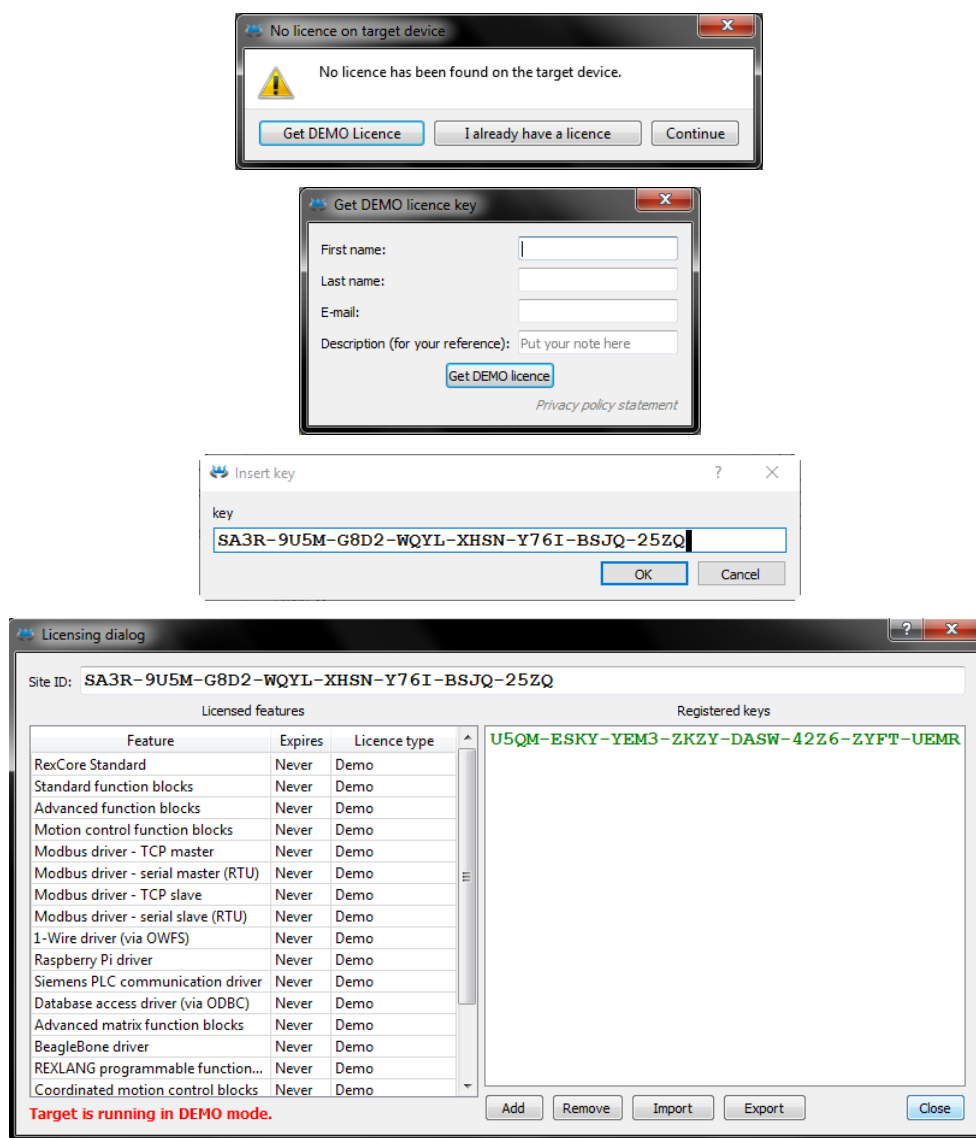


Obr. 26 – Instalace balíčku OWFS – konfigurační soubor.

Instalace Soft PLC Rex do PC nebo notebooku

Samotná instalace Rex není nic složitého, probíhá podle obvyklých instalačních standardů. Po instalaci a spuštění je ovšem vyžadována licence.

Po spuštění naběhne dialogové okno upozorňující na nenalezení potřebné licence a dávající na výběr získání Demo Licence a vložení existujícího licenčního klíče. Po stisknutí „Get DEMO Licence“ se otevře okno k vyplnění údajů o majiteli této budoucí demo licence a po stisknutí „Get DEMO Licence“ přijde výzva k ověření zadaného emailového účtu, kam je během několika minut zaslán licenční kód. Následuje návrat k prvnímu dialogovému oknu a po kliknutí na „I already have a licence“ pak výzva pro vložení licence a následné informační okno upozorňující na všechny prvky získané touto licencí. Demo licence je omezena na 2 hodiny provozu na jedno spuštění.



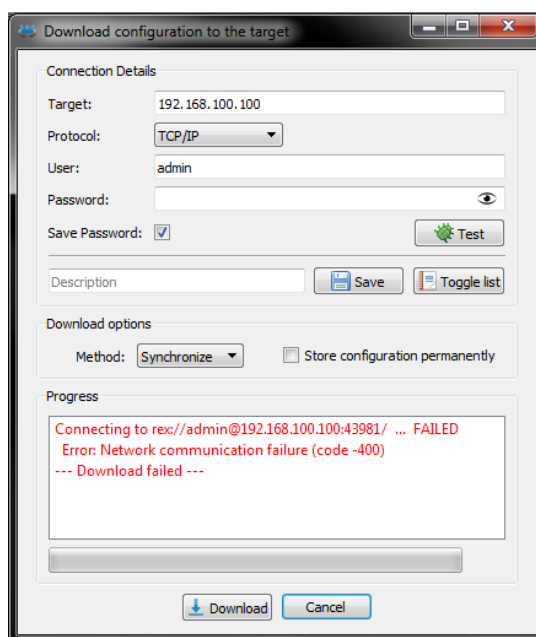
Obr. 27 – Získání DEMO Licence Soft PLC Rex.

5.4 Realizace konkrétní testovací úlohy

Testování systému na konkrétní úloze mělo za úkol seznámit se s funkcemi a programováním Soft PLC Rex, prozkoumat jeho možnosti, zmapovat přednosti a nedostatky tohoto systému a vyzkoušet jeho propojení s platformou Banana Pi (Raspberry Pi).

5.4.1 Změna platformy

Při propojení počítače s původní platformou Banana Pi, došlo několika chybám v komunikaci. Obecně se systém choval nestabilně a problémem bylo již samotné nahrání (download) úlohy ze software RexDraw do BPi. Vyzkoušeno bylo hned několik způsobů komunikace přes TCP/IP včetně wifi připojení. Po těchto nezdarech byla komunikace vyzkoušena mezi PC a platformou Raspberry Pi zero, čímž byl tento problém vyřešen.



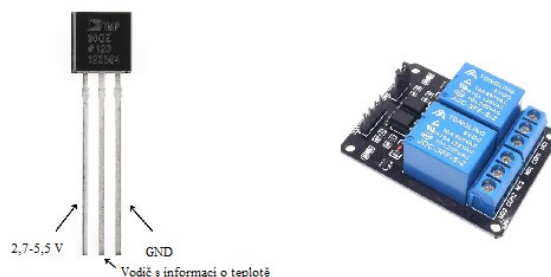
Obr. 28 – Chyba v komunikaci.

Možnými příčinami tak může být vadný operační systém na platformě BPi, což je ovšem nepravděpodobné, neboť byl hned několikrát přeinstalován a navíc BPi používá stejný OS Jessie jako později použité RPi. Pravděpodobněji se tak jeví nekompatibilita jádra RexCore a nebo přímo mezi Soft PLC Rex a platformou BPi, neboť výrobce Rex Controls sám neuvádí BPi jako podporovanou platformu.

Použitá cílová platforma byla tedy změněna za mikropočítač Raspberry Pi s označením „zero“.

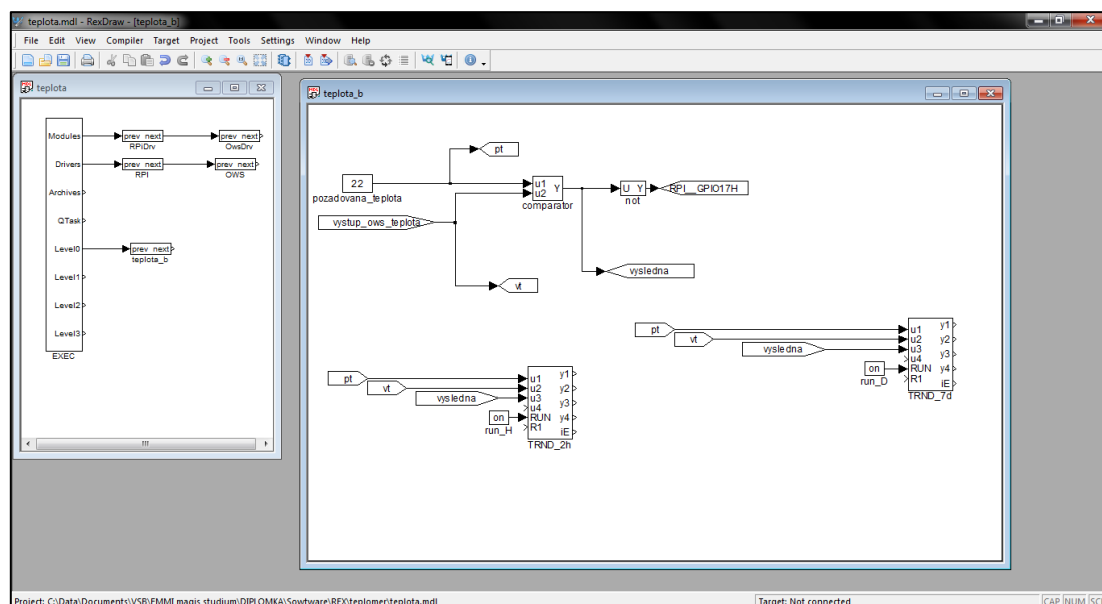
5.4.2 Měření teploty

Po změně cílové platformy a odstranění komunikačních problémů byla tedy realizována úloha porovnání požadované teploty. Pro tuto úlohu byl použit teplotní senzor Dallas Tmp36 a dvou reléový modul Tongling.



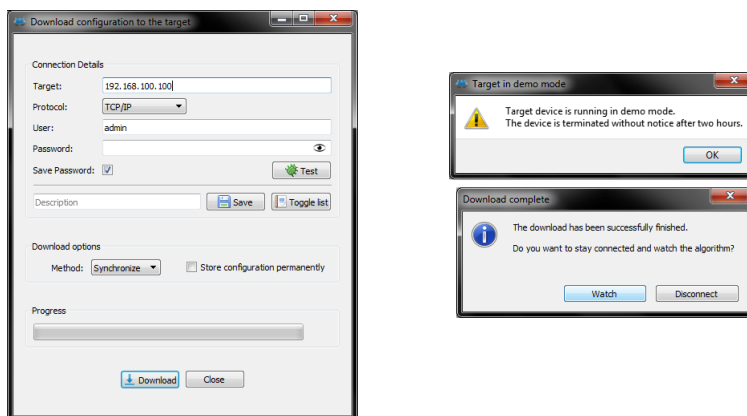
Obr. 29 – Použitý teplotní senzor Dallas Tmp36 a dvou reléový modul Tongling. [zive.cz, 2017]

Funkcí úlohy je zadání požadované hodnoty, přičemž teplotní senzor naměří reálnou hodnotu a pomocí rozsvícení led diody vyhodnotí, zda je naměřená hodnota vyšší než požadovaná. Bohužel funkce načítání skutečných hodnot a vyobrazování na grafu nebyla realizována, neboť se nepodařilo zpětné volání hodnot z teplotního senzoru do software REX.



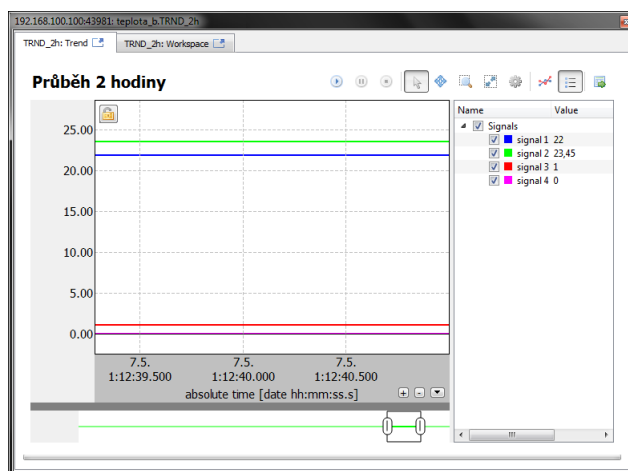
Obr. 30 – Program funkčních bloků v RexDraw.

Po vytvoření programu je nutno jej zkompilevat a nahrát do RPi. To probíhá jednoduchým klikem na ikonu kompilace hned pod záložkou „Window“. Vedle této ikony je pak ikona „Download“, po jejímž stisku naskočí dialogové okno, kde je nutné zadat adresu cílového zařízení, v tomto případě IP platformy RPi, dále komunikační protokol, kde je na výběr WebSocle+SSL, WebSocket, TCP/IP+SSL a v tomto případě použité TCP/IP. Další nutnou položkou je uživatelské jméno, které je ve většině případů přednastaveno na „admin“ a heslo není zadáno. Dále je možno pomocí tlačítka „Test“ vyzkoušet spojení a poté pomocí tlačítka „Download“ již nahrát samotný program do cílové platformy. V případě demo verze poté vyskočí dialogové okno upozorňující na použití této verze a na omezení užívání po dobu dvou hodin, dále další dialogové okno s potvrzením o úspěšném nahrání.



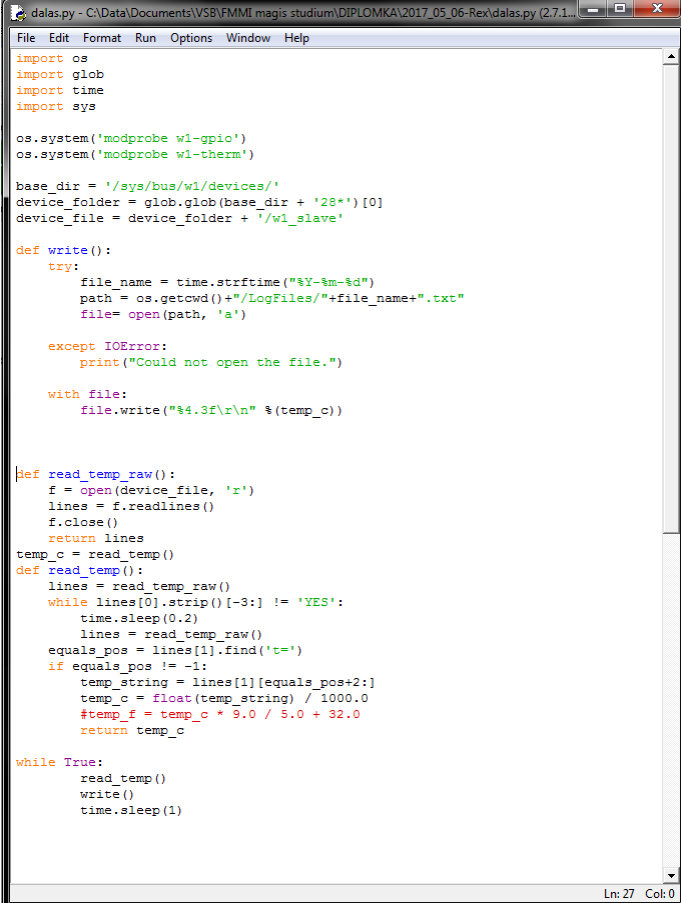
Obr. 31 – Nahrání programu do cílové platformy.

Výsledkem je graf naměřených hodnot spustitelný přímo z rozhraní RexDraw jednoduchým poklepáním na blok TRND, real-time zaznamenávač hodnot, který lze přirovnat k bloku „scope“ v programu Matlab Simulink. Zároveň se na použitém relé rozsvítila dioda signalizující, že naměřená teplota je vyšší než požadovaná.



Obr. 32 – Načtení grafu v uživatelském rozhraní RexDraw.

Pro potvrzení a vyzkoušení funkčnosti a správnosti teplotního senzoru byl pomocí programovacího jazyku Python vytvořen program pro měření teploty a zaznamenávání do souboru. Pomocí tohoto testovacího programu bylo vyvrácena chyba teplotního senzoru a zjištěno, že teplotní senzor je plně funkční a schopen zaznamenávat hodnoty do souboru.



```
delas.py - C:\Data\Documents\VSBI\FMMI magis studium\DIPLMKA\2017_05_06-Rex\delas.py (2.7.1...)  
File Edit Format Run Options Window Help  
import os  
import glob  
import time  
import sys  
  
os.system('modprobe wl-gpio')  
os.system('modprobe wl-therm')  
  
base_dir = '/sys/bus/wl/devices/'  
device_folder = glob.glob(base_dir + '28*')[0]  
device_file = device_folder + '/wl_slave'  
  
def write():  
    try:  
        file_name = time.strftime("%Y-%m-%d")  
        path = os.getcwd()+"/LogFiles/"+file_name+".txt"  
        file= open(path, 'a')  
  
        except IOError:  
            print("Could not open the file.")  
  
        with file:  
            file.write("%4.3f\r\n" %(temp_c))  
  
def read_temp_raw():  
    f = open(device_file, 'r')  
    lines = f.readlines()  
    f.close()  
    return lines  
temp_c = read_temp()  
def read_temp():  
    lines = read_temp_raw()  
    while lines[0].strip()[-3:] != 'YES':  
        time.sleep(0.2)  
        lines = read_temp_raw()  
    equals_pos = lines[1].find('t=')  
    if equals_pos != -1:  
        temp_string = lines[1][equals_pos+2:]  
        temp_c = float(temp_string) / 1000.0  
        #temp_f = temp_c * 9.0 / 5.0 + 32.0  
        return temp_c  
  
while True:  
    read_temp()  
    write()  
    time.sleep(1)
```

Obr. 33 – Testovací program v jazyce Python.

5.4.3 Zaznamenané chyby a nedostatky

Během testování Soft PLC Rex a jeho propojení s Raspberry Pi/Banana Pi, bylo zaznamenáno několik chyb a nedostatků.

Pád operačního systému Raspbian

Prvním zaznamenaným problémem byla již samotná instalace jádra RexCore a ovladače snímače teploty. Tento problém je pravděpodobně způsoben spíše operačním systémem Raspbian Jessie, neboť se dvakrát během instalace nutných komponent stalo, že operační systém přestal fungovat. Jednou se tak stalo po instalaci RexCore, jednou po instalaci ovladače. Probíhá jakousi „černou smrtí“, kdy po restartování OS již znovu nenaběhne, ačkoli se vše tváří v pořádku. Tento problém je bohužel nutno řešit opětovným formátováním karty, novou postupnou instalací operačního systému a potřebných komponent.

Komunikační chyba

Po nahrání (download) programu do cílové platformy, je někdy žádoucí uživatelská zpětná vazba, to znamená další práci s tímto programem, například sledování průběhů grafů na bloku TRND. Bohužel při práci na tomto projektu se několikrát přihodilo, že po několika minutách po nahrání programu do RPi došlo ke „komunikační chybě“ (communication failure). Toto nepostihne samotný chod programu v RPi, který funguje dál. Vyloženě se tedy jedná o problém zasahující pouze uživatele PC sledujícího, či jinak dále pracujícího s programem. To na druhou stranu mimo jiné znamená, že i po odpojení PC od RPi, systém stále funguje.

Nutnost opětovného nahrání programu

Dojde-li k vypnutí či restartování RPi, program z RexDraw do něj nahraný bude ztracen a je tedy nutné jej opětovně do systému nahrát.

Nutnost restartování RPi

Několikrát se během testování stalo, že po několika hodinách práce v RexDraw, přestala fungovat komunikace a při nahrávání programu do RPi se objevovala chyba 400 - systémová chyba socketu. Tuto chybu je možno odstranit restartováním RPi. Toto je mimochodem stejná chyba, která se objevila při neúspěšném snažení o nahrání programu do platformy Banana Pi. V onom případě ale restartování BPi, PC ani opětovné instalování operačního systému nepomohly.

6. Závěr

Seznámil jsem se s principy funkce a jednotlivými výhodami a nevýhodami softwarových programovatelných automatů. Z celé diplomové práce vyplývá, že mezi oběma systémy, Soft PLC a PLC nemusí být zásadních rozdílů.

Soft PLC nelze chápat jako nástupce nebo konkurenta původních PLC programovatelných logických automatů. Bez těch si dnes už jen těžko dovedeme průmyslovou automatizaci představit a Soft PLC tu nejsou proto, aby je nahradila. Soft PLC postavení konkurenta nemá a nikdy mít nebude. Je to jen jiná varianta, něco, co dává uživateli možnost širšího výběru. Za velikou výhodu totiž vidím fakt, že Soft PLC je levnější. Může se tedy stát, že bude v jednom podniku na stejnou zakázku použito obou těchto systémů. Nejprve totiž dojde k testování pomocí Soft PLC, poté k samotné realizaci zakázky na základě dat získaných tímto testováním, ovšem už za použití klasického PLC.

Myslím si, že jakkoli Soft PLC může vydělat na faktu, že je PC based – založeno na klasických stolních počítačích, což přináší výhody jako mnohem rychlejší procesor, přesto je přesně toto i jeho hlavní nevýhodou. Zásadní rozdíl je totiž podle mého názoru v tom, že klasický PLC automat je daleko robustnější a stabilnější, neobsahuje žádný operační systém, což mu dává velikou výhodou právě v oné stabilitě a bezpečnosti. Operační systém je totiž nestabilní a představuje tak nadměrné bezpečnostní riziko. PLC nejsou osazena operačním systémem, protože jej nepotřebují. Fungují jen jako výkonný počítač, jako platforma neboli portál. Principem Soft PLC oproti tomu je, že v operačním systému je nahráný software, který „simuluje“ funkci PLC. Tento software se stává PLC, ale přímo v operačním systému počítače a jednoduché platformy. Je to vlastně emulátor PLC softwaru.

Takže se dá zjednodušeně říci, že Soft PLC je softwarová simulace funkce PLC automatu. Tam se poté zadá nějaké blokové schéma, nakompiluje se do něho a tento software se tak stává PLC automatem, a to přes to, že fyzicky to PLC není. Fyzicky se totiž pouze využívají vstupy a výstupy konkrétní použité platformy, s kterými poté Soft PLC přímo komunikuje.

PLC je zkrátka hardware, fyzická věc, fyzický PLC automat. Naopak Soft PLC znamená, že uživatel si z nějakého systému – IPC, PC, notebook, Arduino, Raspberry Pi - vytvoří jen za pomoci konkrétního softwaru vlastní PLC automat.

PLC je klasický hardware a Soft PLC je „pouze“ z nějakého libovolného zařízení emulovaný software PLC. Proto podle mého názoru má tedy Soft PLC své místo převážně v testovacích a laboratorních podmínkách, popřípadě u menších, „méně důležitých“ projektů.

Myslím si tedy, že nejvýhodnější využití Soft PLC je na malých aplikacích, v domácnostech na řízení inteligentních domů, skleníků. Největší a nejsmysluplnější využití je podle mne v laboratorních a výukových střediscích, na univerzitách a školách. Z hlediska výukových dává takhle takhle levnější varianta možnost základní výuky programování PLC automatů i do chudších škol.

V tomto ohledu je to výhodné také proto, že než aby studenti stále dokola nahrávali program do PLC, z onoho programu si spustí simulátor – Soft PLC přímo na počítači, který mají před sebou. Fyzické PLC pak není potřeba.

Pro toto využití bych ze všech Soft PLC systémů zmíněných v této práci vyzdvihl SoftPLC od společnosti Teco. Tento systém se zdá být přesným prototypem studijního SoftPLC, které je velice uživatelsky jednoduché, má poměrně intuitivní ovládání a není drahé.

Při testování systému Rex vyplynulo mnoho problémů, které ovlivnily postup i výsledek celé práce. Zklamáním je nekompatibilita s původně uvažovanou platformou Banana Pi. Větším zklamáním je však nutnost po několika hodinách restartovat PC a RPi (z různých důvodů a v různou dobu).

Za výhodu je naopak možno považovat fakt, že i po odpojení počítače například z důvodu onoho restartování, systém stále funguje, program stále běží. Na druhou stranu, po restartování Raspberry Pi je nutno program znovu nahrát.

Z hlediska programování je však RexDraw poměrně vstřícný. Knihovna funkčních bloků je velice obsáhlá, zasloužila by ale lepší menu nápovědy, která je mimochodem pouze online. Funkční bloky na první pohled připomínají prostředí softwaru Matlab Simulink. Některé bloky jsou podobné, programování v RexDraw přesto vnímám jako složitější, už jen proto, že není možné si vypomoci strukturovaným textem.

Dále jsem při práci narazil na fakt, že ani jedna z použitých platform, Raspberry Pi a Banana Pi, bohužel nepodporuje operační systém Windows. Obě tyto platformy jsou staršího provedení a pouze nejnovější verze Raspberry se chlubí možností osazení operačním systémem Windows 10 IoT. Ani teakový nejnovější RPi však nepodporuje klasické Windows. Veškeré tyto platformy, ať už se jedná o

Raspberry, Banana či jakékoli jiné podobné mikropočítače, podporují zejména Linux v různých provedeních a výjimečně Android či právě Windows 10 IoT.

Celkově mi diplomová práce pomohla lépe se seznámit s principy softwarových programovatelných logických automatů. Blíže jsem se také seznámil s mikropočítači Raspberry Pi zero a Banana Pi M1. Vyzkoušel jsem si programování Soft PLC Rex, podrobně se seznámil s konfigurací tohoto systému a vyzkoušel si jeho propojení s mikropočítačem Raspberry Pi.

7 Seznam použitých zdrojů

- FORSYTE, W., GOODALL, R. M. *Digital control: fundamentals, theory and practice*. 1991, ISBN 0-07-021600-2.
- NOSKIEVIČ, P. *Modelování a identifikace systémů, 1. vyd.* Ostrava: skripta VŠB – TU Ostrava. 1999, ISBN 80-7225-030-2.
- ŠMEJKAL, L., MARTINÁSKOVÁ, M. *PLC a automatizace. 1. Díl Základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN - technická literatura. 1999, 223 s. ISBN 80-86056-58-9.
- TŮMA, J. *Signal Processing*, 1. vyd. Ostrava: skripta VŠB – TU Ostrava. 2009, 156 s. ISBN 978-80-248-2114-6.
- VÍTEČEK, A., VÍTEČKOVÁ, M. *Základy automatické regulace*, 1. vyd. Ostrava: skripta VŠB – TU Ostrava. 2008, 244 s. ISBN 978-80-248-1924-2.
- VLACH, J. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. Praha: BEN - technická literatura. 1999, 159 s. ISBN 80-86056-66-X.
- STENERSON, J. *Fundamentals of programmable logic controllers, sensors and communications*, 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, c1999, ISBN 0-13-746124-0.
- DOMAT Přehledový Katalog*, 2017 [online]. Dostupné z http://domat-int.com/wp-content/uploads/DOMAT_Katalog_2017_CZ_WEB.pdf
- Funkční bloky systému REX – Uživatelská příručka REX Controls, s.r.o.*, Plzeň, 2016 [online]. Dostupné z http://www.pidlab.com/media/DOC/CZECH/BRef_CZ.pdf
- KABEŠ, K.: *Zájem o PLC ve strojírenství stále trvá*. 2010 [online]. Dostupné z http://automa.cz/cz/casopis-clanky/zajem-o-plc-ve-strojirenstvi-stale-trva-2010_06_41367_5476/
- SKŘIPSKÝ, P.: *Několik důvodů proč zvolit softPLC ADAM-5510*, 2006 [online]. Dostupné z http://automa.cz/cz/casopis-clanky/nekolik-duvodu-proc-zvolit-softplc-adam-5510-2006_02_30948_01900/
- ŠMEJKAL, L.: *Přehled trhu PLC a logických modulů*. 2012 [online]. Dostupné z http://www.automa.cz/cz/casopis-clanky/prehled-trhu-plc-a-logickych-modulu-2012_01_0_9302/

VÍTEK, J.: *Raspberry Pi Zero: mikropočítač za pouhých 150 Kč*, 2015 [online]. Dostupné z <http://www.svethardware.cz/raspberry-pi-zero-mikropocitac-za-pouhych-150-kc/41463>>

VOJÁČEK, A.: *ADAM-5510 – PLC s OS a programováním v C*, 2011 [online]. Dostupné z <http://automatizace.hw.cz/adam5510-plc-s-os-a-programovanim-v-c>>

SIEMENS,: *Siemens na veletrhu MSV 2016: Budoucnost výroby je v digitalizaci*, 2016 [online]. Dostupné z <http://www.siemens.cz/press/siemens-na-veletrhu-msv-2016-budoucnost-vyroby-je-v-digitalizaci-mame-pro-vas-reseni>>

Webové stránky Advantech: <http://www.advantech.com>>

Webové stránky Domat: <http://www.domat-int.com>>

Webové stránky Rex Controls: <http://www.rexcontrols.cz>>

Webové stránky Siemens: <http://www.siemens.com>>

Webové stránky Teco: <http://www.tecomat.com>>

Webové stránky Wonderware: <http://www.wonderware.com>>